ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERİALLAR

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

CİLD 08 BURAXILIŞ 04 2021











http://emtasoiu.com/index.php/en/

https://scia.website/index.php/etm

Platform & workflow by OJS/PKP

The beautiful thing about learning is nobody can take it away from you—B. B. King

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERİALLAR

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ

VOLUME 08 ISSUE 04 2021 CİLD 08 BURAXILIŞ 04 2021

JOURNAL INDEXING
CROSSREF

AZERBAIJAN BAKU 2021

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055
ETM
EQUİPMENT, TECHNOLOGİES, MATERİALS

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM
EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS
AVADANLIQLAR TEXNOLOGİYALAR MATERİALLAR

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University LLC. İ/C 1400196861 (Azerbaijan).
©Nəşriyyat: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. MMC. VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).
Rector: Mustafa Babanli. Doctor of Technical Sciences. Professor.
Rektor: Mustafa Babanlı. Texnika Elmləri Doktoru. Professor.
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
Qeydiyyat ünvanı: Azadliq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.
©Editorial office: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Redaksiya: Azadliq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.
©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University İ/C 1400196861 (Azerbaijan).
©Mətbəə: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.
Qeydiyyat Ünvanı: Azadliq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.

Publisher: International Center for Research, Education & Training. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594
©Nəşriyyat: MTÜ Beynəlxalq Tədqiqat, Təhsil & Təlim Mərkəzi. Q/N 80550594.
Director and Founder: Seyfulla İsayev. (Azerbaijan)
Direktor və Təsisçi: Seyfulla İsayev. (Azərbaycan)
Deputy and Founder: Namig Isazade. PhD in Business Administration. (Azerbaijan).
Direktorun müavini və Təsisçi: Namiq Isazadə. PhD Biznesin İdarə Olunması. (Azərbaycan).
©Editorial office / Redaksiya: Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117
Telephones / Telefonlar: +994 55 241 70 12; +994 51 864 88 94
Website / Veb səhifə: http://www.scia.education/
E-mail: sc.mediagroup2017@gmail.com







MÜNDƏRİCAT / TABLE OF CONTENTS

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

TRİBOTEXNİKİ DÜYÜNLƏRDƏ MEXANİKİ PROSESLƏR

Camaladdin Aslanov
Kafedra müdiri, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika üzrə fəlsəfə doktoru, Azərbaycan.
E-mail: camaladdin.aslanov@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Tədqiqat işində yüksək təmizlik sinifinə malik təmasda olan təzyiq altında bir- birinə yapışmış tribotexniki düyünlərdə sıxıcı qüvvələrin təsirindən yaranan diffuziya hadisəsinin və səthlərin yorulması zamanı onlarda yaranan qopma mexanizmi araşdırılmışdır. Nəticədə toxunan səthlərin toxunma xarakterindən asılı olaraq iki metal səthlər üçün**,** hər hansı bir mühitdə qarşılıqlı təsir zamanı, onlar arası yaranan cazibə və itələmə qüvələri toxunma ədədindən aslı olaraq müəyyən edilmiş və onların hesablanması üçün analtik ifadə alınmışdır.
Açar sözlər: tribotexniki düyün, qarşılıqlı təmas, difuziiya hadisəsi, səthlər arası cazibə, molekulyar təmas, mexaniki təmas.

Problemin aktuallığı. Bağlayıcı quruluşlarının hissə və düyünlərində bilavasitə yüksək təzyiq altında işləyən düzaxınlı siyirtmələrdə sürtünmə və yeyilmənin tədqiqi zamanı onun uzun müddət bağlı halında tıxayıcı səthlərin bir birinə yapışma problemləri aşkarlanır ki, bu problemin mahiyyətini sürtünmə hadisəsinin məlum klassik qanunları ilə müəyyən etmək qeyri mümkündür. Qeyd edilən problem ən çox müxtəlif avadanlığların təzyiq altında bir-birinə sıxılan tribotexniki düyünlərində ortaya çıxır. Bu zaman təmas səthlərində yaranan yapışmanın və yeyilmənin elmi əsaslarının işlənməsi üçün təmasdan doğan mexaniki proseslərin mükəmməl öyrənilməsi tələb olunur .
Yüksək təmizlik sinifinə malik təmasda olan təzyiq altında bir- birinə yapışmış tribotexniki düyünlərdə sıxıcı qüvvələrin təsirindən yaranan diffuziya hadisəsinin və səthlərin yorulması zamanı səthlərdə yaranan qopma mexanizminin dərindən öyrənilməsi elm və texnikanın qarşısında duran aktual məsələlərdəndir.
Yüksək təzyiq, yüklənmə və altında təmizlik sinfinə malik səthlərinin sükunət sürtünməsində səthlərin bir – birinə molekulyar cəzb olunması, nüfuz etməsi və yapışmasından işçi səthlərdə yaranan yorulma yeyilməsinin miqdarı artmış olur[1]. Aparılmış tədqiqatlar [8,9] göstərir ki, sənayenin müxtəlif sahələrində işlədilən avadanlıqların yüksək yüklənmə şəraitində işləyən tribotexniki düyünləri, o cümlədən bağlayıcı quruluşların tıxayıcı düyünləri bu səbəbdən daha tez sıradan çıxmış olur.

Tədqiqatın məqsədi. Təmasda olan səthlər arasında yaranan mexaniki proseslərin toxunmadan (ilkin təmas) sonra təmasda olan səthlər arasında yaranan faktiki təmas prosesi ilə sürtünmə hadisəsinin müqayisəli təhlili.
Yüksək təmizlik sinfinə malik olan səthlərin təması zamanı səthlər arası eloktromaqnit cazibə xarakterli qüvvələrin meydana gəlməsi, bu qüvvələrin mahiyyətinin toxunma və sürtünmə prosesinə təsiri mexanizimləri və həmçinin xarici sahələrin təsirilə qarşılıqlı əlaqənin molekulyar qüvvələrinin idarə olunması qanunauyğunluğunun öyrənilməsi aktual



məsələlərdən olduğundan [2,3] yuxarıda qeyd edilən məsələyə Molekulyar –mexaniki nəzəriyyə əsasında baxaq.

Molekulyar –mexaniki nəzəriyyə və İ.V.Kraqelskinin modelinə əsasən sürtünmə hadisəsi xüsusi malekulyar və mexaniki qarşılıqlı təsir sahələrində meydan gələn qüvvələrin təsir mexanizimdən doğan müqavimət hadisəsidir. Maddənin aqereqat hallarından asılı olaraq malekulyar qarşılıqlı əlaqələri qarşılıqlı cazibə və itələmə qüvvələrinin mahiyyətini təşkil edir[4,5].

İlk dəfə Lifşits tərəfindən sahənin kavant nəzəriyyəsinin metodlarından istifadə olunmadan alınmışdır. Sahənin kvant nəzəriyyəsinin müasir metodlarından istifadə edərək, qeyri-bircins mühit üçün, van-der-vaals hissəsinin termodinamiki qiymətlərini hesablamaq üçün ümumi tənlikləri təyyin etmək mümkün olmuşdur (İ.Y.Dzyaloşinskiy və L.P.Pitayevskiy). Bu Lifşitsin nəzəriyyəsini, maye təbəqəsilə ayrılan cisimlər üçün tətbiq etməyə eləcədə, maye təbəqələrinin xassələrini öyrənməyə imkan yaratdı (İ.Y.Dzyaloşinskiy Y.M.Lifşits L.P.Pitayevskiy).

$$F(H) = \frac{kT}{\pi c^3} \sum_{n=0}^{\infty}{}' \xi_n^3 \int_1^{\infty} p^2 \left\{ \left[\frac{(s_1+p)(s_2+p)}{(s_1-p)(s_2-p)} \exp\left(\frac{2p\xi_n}{c} H \right) - 1 \right]^{-1} + \left[\frac{(s_1+p\varepsilon_1)(s_2+p\varepsilon_2)}{(s_1-p\varepsilon_1)(s_2-p\varepsilon_2)} \exp\left(\frac{2p\xi_n}{c} H \right) - 1 \right]^{-1} \right\} dp \quad (1.1)$$

(1.1)- ümumi tənliyi vakuumda olan 1 və 2 cimlərinin cazibə qüvvələrinin tapılması üçün, Lifşits tərəfindən çıxarılmışdır.

Aşağıda göstərilmiş tənlik (1.2) iki metalın molekullararası qüvvəni təyin etmək üçün isifadə olunur və (1.1) tənliyinin xüsusi halıdır.

$$F = \frac{\hbar c}{16\pi^2 H^4 \sqrt{\varepsilon_3}} \int_0^{\infty} \int_1^{\infty} \frac{x^3 dp\, dx}{p^2 (e^x - 1)} = \frac{\pi^2}{240} \frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3} H^4} \quad (1.2)$$

(1.2) İfadəsi, ilk dəfə Lifşits tərəfindən sahənin kavant nəzəriyyəsinin metodlarından istifadə olunmadan alınmışdır. Sahənin kvant nəzəriyyəsinin müasir metodlarından istifadə edərək, qeyri-bircins mühit üçün, van-der-vaals hissəsinin termodinamiki qiymətlərini hesablamaq üçün ümumi tənlikləri təyyin etmək mümkün olmuşdur. (İ.Y.Dzyaloşinskiy və L.P.Pitayevskiy). Bu Lifşitsin nəzəriyyəsini, maye təbəqəsilə ayrılan eyni materiallı detallar(cisimlər) üçün, (1.5) tənliyini aşağıdakı kimidir.

$$F = \frac{\pi^2}{240 \cdot H^4} \frac{\hbar c}{} \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_3}} \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \right) \varphi_{ДД} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad (1.3)$$

Burada $\varphi_{ДД}$(x)- qiymətləri arqumentin [1 ÷ ∞]-a qədər bərabər olan funksiyadır.

Elə həmin şəkildə, dielektrik və metal ($\varepsilon_2 = \infty$) arasındakı (1.3) tənliyi ilə hesablanan cazibə qüvvəsini əks etdirən analoji funksiyanın ДМ əyrisi alınmışdır[5].

$$F = \frac{\pi^2}{240 \cdot H^4} \frac{\hbar c}{} \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_3}} \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \right) \varphi_{ДМ} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad (1.4)$$

Lifşits tərəfindən bünövrəsi qoyulan makroskopik nəzəriyyə, müxtəlif labaratoriyalarda, müxtlif metodlarla qüvvələrin bilavasitə ölçülməsi nəticəsində, yaxşı eksperimental təsdiqini tapmışdır[5,6].
Eksperimentlərlə nəzəriyyə arasındakı, aşkar olunan qarşıdurmalar, daha çox, qarşılıqlı təsirdə olan cisimlərin spektral xarakteristikaları haqqında olan məlumatların, lazımi qədər olmaması ilə əlaqədardır. Eyni zamanda səth təbəqəsi kiçik olduqca, bir o qədər çox molekullararası qüvvələrə təsir göstərən, massiv nümunələrin və onların səth təbəqələrinin, spektral xassələrin uğunluğuna dair, mühim bir sual meydana gəlir. Məlum olduğu kimi, xırda zərrəciklərin spektral xarakteristikaları, uğun massiv nümunələrin xassələrindən olduqca fərqlidir. Bunlar xüsusən də, daha çox metal və yarımkeçiricilərə aiddir çünki, bildiyimiz kimi, bunlarda elektron qazının səth üzətində xüsusi halları mövcuddur və həmçinin onların səthlərində müxtəlif qalınlıqda oksid təbəqələri əmələ gəlir. Bərk və maye halında olan cisimlərin, səth təbəqələrinin strukturunun sürətlə dəyişməsidə, həmçinin məlumdur. Bütün bunlar spektral xarakteristikaları ölçmə metodlarından asılı edir[6, 7].
İkinci, əsas məsələlərdən biri isə, toxunan səthlərin görüş nöqtələrində, lokal əyrilik radiuslarının R_1 və R_2 qiymətlərinə təsir edən, səthlərin mikroheterogenliyinin və nahamarlığının düzgün nəzərə alınmamasıdır. Nahamarlığın və heterogenliyin daimi təsirini nəzərə almaq üçün, müəyyən nümunəvi sınaqların aparılması vacibdir.
Yüksək təmizliyə malik səthlərin qarşılıqlı təmasında olan maşın və avadanklqların hissə və düyünlərində yuxarıda qeyd olunan analoji halların hesabına müxtəlif problemlər əmələ gəlmiş olur. Bağlayıcı quruluşlar sinifinə aid olan siyirtmələrin tıxayıcı düyünündə baş verən sürtünmədən yaranan yeyilmələrin tədqiqi bağlı aparılmış təcürbələr göstərir ki, onun yüksək təmizliyə malik sipər yəhər cütlüyü uzun müddət bağlı qalması səthlərin molekulyar yaxınlaşmasına və nəticədə siyirtmənin açılması zamanı yuxarıda qeyd olunan səbəblər hesabına izafi yeyilmələrin (qopmaların) yaranmasına səbəb olur. Səthin yeyilməsinin miqdarı səthin nə dərəcədə toxunmasından və səthin təmizlik sinfindən asılıdır.
İndi isə yüksək təmizliyə malik səthlərin qarşılıqlı təmasında səthlərin bir-birinə qarşı münasibətlərinin xarakteristikasının və sətlərin toxunma xarakteristikasından asılı olaraq molekullar arası səthi cazibə qüvvəsinin təyin edilməsidir.
Toxuna biləcək proqnoz təmasın real təmasda nisbi toxunmasını xarakterizə edən toxunma ədədinə T əsasən səthlər arası cazibə prosesinə baxaq[8,9].
Aydındır ki, tam toxunma zamanı toxunma ədədi

$$T=1 \quad (1.5)$$

natamam toxunmada isə

$$T<1 \quad \text{olur.} \quad (1.6)$$

Əvvəlcə iki eyni metallik sətlərin vakumda qarşılıqlı təsirini nəzərdən keçirək. (1.2) tənliyindən istifadə edərək, biz onlar arasında yaranan qüvvənin təyin edə bilərik.
Bildiyimiz kimi maddələr atom və molekullardan ibarət olub, onların qarşılıqlı təması zamanı bir-birinə nüfuz etmə faktı mövuddur[9]. Kələkötrlük özüdə atom və molekullardan ibarətdir. Kələkötürlüklərin ən kiçik ölçüsü elm və texnikanın imkanları əsasında nano hissəciklərə qədər ola bilər. Kələkötürlüklərin hündürlüyünün “0”–ra bərabər olması anlayışı kainatda mövcud ola bilməz və bu anlayış atomlarla sərhədlənir[10,11]. Belə olan şəkildə ideal halda kələkötürlüklərin ölçüsü bərk maddəni təşkil edən atom ölçüsunun yarısına bərabər qəbul



olunmalıdır ($r_1 + r_2$).Digər tərəfdən iki səthin toxunması zamananı görüşən hisslərində yerləşən atomların arasındakı məsafə van-der-vaals radiusu ilə təyin olunacaqdır ($2\sqrt{r_1 r_2}$). Qeyd edək ki, bu məsafələr bir birlərinə demək olar ki, bərabər olur, yəni $2\sqrt{r_1 r_2} \approx r_2 + r_1$. İki səthin toxunması zamanı, onlar arası minimal məsafə (1.12) ifadəsi ilə təyin etmək olar. Kələkötrlü səthlərin toxunmasında

$$\mathrm{H}=R_{z1} + R_{z2} \tag{1.7}$$

İdeal təmiz səthin toxunmasında bu məsafə

$$\mathrm{H}= r_1 + r_2 \tag{1.8}$$

bərabər olacaqdır.
Burada r_1 və r_2 müvafiq sətlərin toxunması zamanı iştirak edən atomların ölçülərinin yarı qiymətləridir, yəni radiuslarıdır.
Bircins materiallarda r_1=r_2 olduğundan

$$\mathrm{H}= r_1 + r_2 = \mathrm{R} \quad \text{olar.}$$

Yəni eynicinsli atoma malik səth üçün tam toxunmada H=A_a=A_v olduğundan toxunma dərəcəsi vahidə bərabər olduğunu (1.2) tənliyində nəzərə alsaq:
Alınan (1.9) tənliyinin köməyilə iki ideal hamar səthə malik olan eynicinsili metal cisimlərin qarşılıqlı təsiri zamanı yaranan qüvvəni təyin edə bilərik.

$$F = \frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3 H^4}} = \frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3 (r_1+r_2)^4}} \tag{1.9}$$

Lakin real cisimlərin səthlərində nahamarlıqlar olduğundan, bu tənliyin nəticələri, real kələkötürlü sətlər üçün təcrübi nəticələrdən fərqlənəcəkdir.
İndi real səthlər üçün cisimlərin toxunması zamanı toxunma ədədini nəzərə alısaq yəni (1.9) – ifadəsinidə (1.10) –ifadəsini nəzərə alsaq ,

$$T_t = \frac{A_v}{H}, \quad H = \frac{A_v}{T_t} \tag{1.10}$$

və yekunda aldığımız (1.14) tənliyini bircins səthlər üçün qarşılıqlı təmas qüvvəsi :

$$F = \frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3} \cdot H^4} = \frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3} \cdot H^4} = \frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3} \cdot \frac{A_v^4}{T^4}} \tag{1.11}$$

$$F = \frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3} \cdot A_v^4} T^4 \tag{1.12}$$

(1.12) düsturu ilə təyin ediləcək və ifadədən aydın olur ki, F qüvvəsi cisimlərin onların toxunma dərəcəsindən asılıdır.
(1.9) və (1.12) ifadələrinin müqayisəsindən demək olar ki, iki ideal təmiz səthli detalların təmasında onların materiallarının atomu müxtəlif ölçüyə malikdirsə onların təması real səthli detalların təması kimi özünü aparmış olur.

(1.12) tənliyi bizə, iki metal atomlardan ibarət olan cisimlərin təması zamanı, nahamarlıq faktotunu nəzərə almağa imkan verir.

(1.12)-tənliyinin vasitəsi ilə, iki metal səthlər üçün hər hansı bir mühitdə qarşılıqlı təsir zamanı, onlar arasında yaranan cazibə və itələmə qüvvələrinin hesablamaq olar.

İndi isə, ümumi tənliyin bəzi xüsusi hallarına baxaq. İdeal səthə malik iki detal eyni ölçüllü atomlardan təşkil olunarsa maye ilə dolu mühitdə təmasdadırlarsa

$$F=\frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3}\cdot A_v^4}\left(\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}\right)\varphi_{ДД}\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad (1.13)$$

dielektrik-metal halı üçün qarşılıqlı təsir qüvvəsi

$$F=\frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3}\cdot A_v^4}\left(\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}\right)\varphi_{ДМ}\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$$

Əgər hər iki detal müxtəlif ölçüllü atomlardan təşkil olunarsa maye ilə dolu mühitdə təmasdadırlarsa

$$F=\frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3}\cdot A_v^4}T^4\left(\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}\right)\varphi_{ДД}\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$$

və nəhayyət dielektrik-metal halı üçün qarşılıqlı təsir qüvvəsi:

$$F=\frac{\pi^2}{240}\frac{\hbar c}{\sqrt{\varepsilon_3}\cdot A_v^4}T^4\left(\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}\right)\varphi_{ДМ}\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad (1.14)$$

hesablanacaqdır. Alınmış (1.12), (1.13) və (1.14)-ifadələri real səthlər üçündə ödəniləcəkdir.

Nəticə: Beləliklə, aparılmış araşdırmaların nəticəsi olaraq aşağıdakı tövsiyə vvə təklifləri formalaşdırmaq olar:

1.Toxunan səthlərin toxunma xarakterindən asılı olaraq iki metal səthlər üçün**,** hər hansı bir mühitdə qarşılıqlı təsir zamanı, onlar arası yaranan cazibə və itələmə qüvələri toxunma ədədindən aslı olaraq təyin edilmiş və onların hesablanması üçün analtik ifadə alınmışdır.

2.Toxunan səthlər arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi toxunaın səthlərin təmizlik dərəcəsindən asılı olub, toxunmanın xarakterizə edən toxunma ədədindən tərs mütənasib asılıdır.

Tədqiqat işi Azərbaycan Respublikasının Prezident yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə dəstəyi ilə həyata keçirilib - Qrant No EIF-MQM-ETS-2020-1 (35) -08 / 04 /1-M-04

ƏDƏBİYYAT

1. Каплан И.Г. «Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий» 1982 г. стр.312
2. Лукреций К. О природе вещей.- М.: Изд-во АН СССР, 1958.



3. Ньютон И. Оптика.- М.- Л.: ГТТИ, 1927.
4. Casimir H. B., Polder D. – Phys. Rev., 1948, v.73, p. 360.
5. Лифшиц Е.М. – ЖЭТФ, 1955, т.29, с. 94.
6. Дзялошинский И.Е., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. "Общая теория ван-дер-Ваальсовых сил" УФН 73 381–422 (1961).
7. Б.В.Дерягин, Н.В.Чураев, В.М.Муллер «Поверхностные силы». Москва «Наука» 1985 г. стр.400.
8. Aslanov J.N. İncreasing reliability of theimproved machines and equipment, determination of productivity criteria. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences.Bull. Envv. Pharmacol. Life Sci., 2016., Vol 5(12): Academy for Environment and Life Sciences, India Online ISSN 2277 – 1808,Journals URL:http://www.bepls.com
9. Aslanov J.N. Mechanical processes created in the contact areas of parts and units during touching. tactile theory Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences.Bull. Envv. Pharmacol. Life Sci., Vol 5(7): Academy for Environment and Life Sciences, India Online ISSN 2277 – 1808,Journals URL:http://www.bepls.com
10. Einstein A. (1905),Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen.. In: Annalen der Physik. 322, Nr. 8, , S. 549–560.
11. Ю.В. Зефиров, П.М. Зоркий, Успехи химии, 64, 446 (1995).

IN TRIBOTECHNICAL UNITS MECHANICAL PROCESSES

Jamaladdin Aslanov
The head of the department, “Industrial machines” department, Azerbaijan State Oil and Industry University, doctor of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: camaladdin.aslanov@asoiu.edu.az

ABSTRACT

The study examined the diffusion phenomenon caused by compressive forces in tribotechnical nodes adhering to each other under high contact pressure and the mechanism of rupture of surfaces during surface fatigue. As a result, for two metal surfaces, depending on the nature of the touch, the gravitational and repulsive forces generated during the interaction in any environment are determined based on the number of touches and an analytical expression is obtained to calculate them.
Keywords: tribotechnical knot, mutual contact, diffusion phenomenon, surface attraction, molecular contact, mechanical contact.

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

YÜKSƏKTƏZYİQLİ SİYİRTMƏLƏRDƏ RESURSUNUN ARTIRILMASINDA YENİ TEXNOLOGİYANIN TƏTBİQİNİN NƏTİCƏLƏRİ

[1]Elman Əliyev, [2]Zöhrə Qarayeva

[1]Müdir müavini, "Nanomateriallar və nanotexnologiyalar" ETL, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, iqtisadiyyat üzrə fəlsəfə doktoru , Azərbaycan.

[2]Assistent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan.

E-mail: zohra.abiyeva@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Müasir neftqazmədə təcrübəsində, eləcə də neftin və qaz hasil olunma prosesində, onların nəqli sistemində yüksək təzyiqli siyirtmələrdən istifadə olunur. Bu avadanlıq parkına olan tələbat artan dinamika üzdə inkişaf etdiyindən onların resursunun yüksəldilməsi və bu əsasda maya dəyərlərinin azaldılması xüsusi önəm kəsb edir. Bu istiqamətdə atılan konstruktiv və texniki tədbirlərlə yanaşı, siyirtmələrin hissə və düyünləri üçün material seçimi, eləcə də hazırlanma texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi neftmaşınqayırma sənayesinin əsas problemlərindən biri hesab oluna bilər.

Məqalədə yüksək təzyiqli siyirtmələrin (YTS) quruluşlarına daxil olan əsas hissələrin (gövdə, sipər və oymaq) aşagı leqirli xrom-molibden tərkibli poladdan kokel texnologiyanın tətbiqi ilə hazıtlanması istiqamətdə aparılmış tədqiqatların nəticələrri və onların müqaisəli təhlilinə baxılmışdır.

Açar sözlər: yüksək təzyiqli siyirtmələr, siyirtmə gövdəsi, sipər, yəhər, kokil texnologiyası, bərklik, yeyilmə.

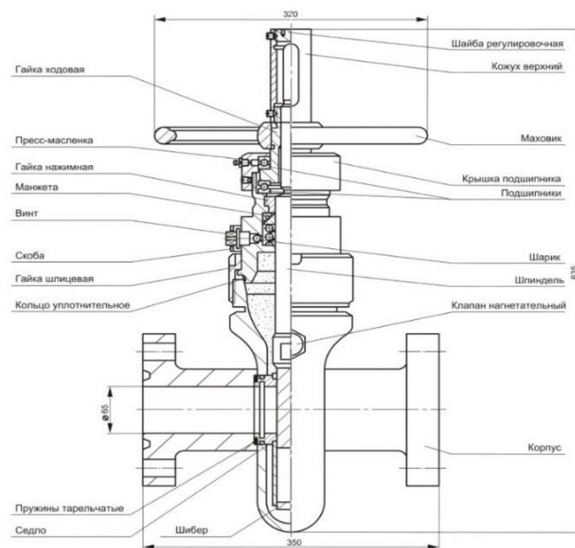
Mövzunun aktuallığı: Azərbaycanın neftqazçıxarma idarələrində (NQÇİ) istifadə olunan fontan avadanlıqları, monifoldlarda, eləcə də maqistral neft və qaz kəmərlərində, mədənlərarası texnoloji xətlərdə əsasən geniş diapozonlu şərti keçid və təzyiqlərdə işləyən pazlı və sipərli siyirtmələrdən istifadə olunur. Bu avadanlıqların ümumi istismar müddəti 9-10 il, açılıb-bağlamalarının orta sayı 1600-2000 tsikl olmasına baxmayaraq istismar şəraitinin mürəkkəbliyindən asılı olaraq tövsiyə olunan iş vaxtının 50-60 %-nə qədər işləyə bilirlər. Bu isə onların dəyişmə, təmir-bərpa işlərinin intensivləşməsi, maya dəyərlərinin yüksəlməsinə səbəb olmaqla yanaşı onlara olan tələbatın artmasına əsas yaradır.

Apardığımız araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, YTS-də baş verən əsas imtinalar sipər-yəhər cütlüyünün yeyilməsi və deformasiyası; siyirtmənin gövdəsinin korrozion və mexaniki yeyilmələrə məruz qalan hissələrnin; kipləndirici manjetlərin işqabiliyyətinin itirilməsi və spindel-qayka birləşməsinin yeyilməsi ilə əlaqəlidir [1,2].

Şəkil 1-də yüksək təzyiqli siyirtmələrin ümumi quruluşları və hissələri göstərilmişdir.







Şəkil 1. Yüksək təzyiqli siyirtmənin ümumi quruluşu.

Cədvəl 1-də 3M-65×21 markalı siyirtməni səciyyələndirən texniki parametrlər verilmişdir.

Cədvəl 1. 3M-65×21 markalı düz axınlı siyirtməni səciyyələndirən texniki parametrləri

№	Siyirtməni səciyyələndirən texniki parametrlər	
	Adları	Ölçüləri
1	Şərti keçid (mm) / İşçi təzyiq (MPa)	65/21
2	İşçi mühit	Neft, qaz,tərkibində 25 mq/l mexaniki qarışıqlar, 0,003% CO2 və H2S olan su və neft məhsulları
3	İşçi mühitin temperaturu	-60... +120 0C
4	Əsas hissələrinin materialları: Gövdə Sipər Yəhər	 Polad 35 38X2MIOA 38X2MIOA
5	Tam istismar müddəti, il	9 (az olmamaqla)
6	Orta istismar tsikli	1800
7	İlkin imtinaya qədər resurs, tsikl	600
8	Əsaslı təmirə qədər iş müddəti, il	5
9	Qabarit ölçüləri	350 x 320 x 635

Hal hazırda Azərbaycanın neft sektorunda (neft və qazın hasilində və nəqlində) istifadə olunan ZMS65x210 markalı siyirtmələrin istehsalı “Bakı neft maşınqayırma zavodu” ASC və “ Sərdarov adına maşınqayırma zavodu” ASC tərəfindən həyata keçirilir. Bu müəssisələr fontan armaturları və manifoldların istehsalı üzrə ixtisaslaşaraq YTS-nin hazırlanması və sınaq əməliyyatlarının tam icrasını təmin edirlər. Müəssisələrdə mövcud istehsal proqrammına əsasən siyirtmələrin gövdəsi markası polad 35 olmaqla gil-torpaq qəliblərdə formalaşmaqla tökülür. Yəhər və siper isə döymə üsulunun tətbiqi ilə 38X2MIOA markalı poladdan hazırlanırlar.

Cədvəl 2-də müxtəlif NQÇİ-də müşahidəyə götürülmüş 100 ədəd siyirtmələrin resursları, onlarda baş verən imtinaaların xarakterləri əks olunmuşdur və onun təhlilindən göründüyü kimi əsas imtinalar sipər-yəhər cütlüyü (sipərin şpindellə birləşdiyi yerdəki paz yuvasının dağılmas, sipərin frettinq yeyiməsi, eləcə də yəhər və gövdədəki yəhər altı yuvanın deformasiyası) ilə əlaqəlidir.

Cədvəl 2. Müşahidəyə götürülmüş 100 ədəd siyirtmələrin resursları, onlarda baş verən imtinaaların xarakterləri

İmtina , gün	İmtinaların onların baş vermə səbəbləri üzrə intensvliy					Cəmi
	Sipər-yəhər cütlüyü üzrə			Kipləndirmə üzrə	Şpindel-qayka üzrə	
220	1*	1	1	1	1	5
312	3	2	1	2	1	8
405	6	2	1	2	1	12
502	9	3	1	2	1	16
605	13	3	2	2	2	22
701	10	3	1	2	1	17
804	5	2	1	2	-	10
910	2	2	1	1	1	7
1020	2	1	-	1	1	3
						$\sum$ 100

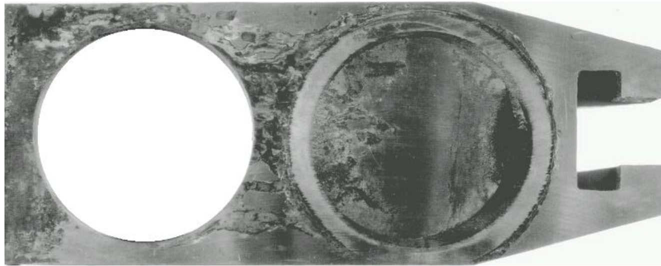
Qeyd: 1- sipərin şpindellə birləşdiyi yerdəki paz yuvasının dağılmas; 2-sipərin frettinq yeyiməsi; 3-yəhər və gövdədəki yəhər altı yuvanın deformasiyası

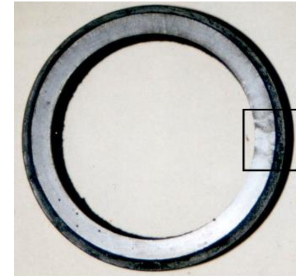
İşin məqsədi. İnnovasion xarakterli texnologiyaların tətbiqi ilə siyirtmənin istismar resursunun yüksəldilməsi.

Tədqiqatın obyekti. Tədqiqat obyekti qismində "AzİNMAŞ" ETI tərəfindən layihələndirilmiş və mədən şəraitində geniş tətbiq tapmış ZMS65x210 markalı siyirtmələr qəbul edilmişdir.

Tədqiqatın metodikası və istifadə olunan materiallar. Tədqiqat işində siyirtmənin gövdəsinin və sipər-yəhər cütlüyünun hazırlanma kokil texnologiyasında istifadə edilməsi, onların mövcud texnologiya üzrə hazırlanmış nümunələrinin sınaqlarının nəticələri ilə müqaisəli təhlilini aparmaqla öyrənilmişdir.
Mövcud texnologiyalar üzrə hazırlanan siyirtmə gövdəsi, yəhər və sipərdə rast gələn problem və çatışmamamzlıqlar aşağıdakı kimi təsnifatlaşdırmaq olar:
-gövdə üzrə: tökmə prosesinin gil-torpaq qəlibdə aparılması tökükdə soyutma prosesinində bərabər paylanmanın təminində çətinliklər yaraddığından burada daxili gərginliklərin qeyri-bərabər paylanmaması səbəbindən çatların əmələ gəlmə ehtimalının yüksək olması; materialın fiziki-mexaniki göstəricilərin tökükdə tam realizə olunmaması.
-yəhərdə və sipərdə işçi mühitin (kimyəvi və abrazivlik faktorlar nəzərə alınmaqla) təsirindən baş verən yeyilmə, eləcə də quyu daxili depressiya prosslərindən tıxayıcı düyünün

detallarında müxtəlif xarakterli deformasiyaların müşahidə olunması; konstruksiyalarda baş verən forma və ölçü dəqiqliyinin pozulması (bax şəkil1).


a)


b)

Şəkil 1. Sipər (a) və yəhərdə baş verən imtinaların xarakteri.

Hal-hazırda istehsal müəssisələrində gövdənin hazırlanması aşağıdakı texnoloji matşrut üzrə aparılır.

- siyirtmə gövdəsinin gil-qum formasına tökülməsi, çıxarılması, daxili və xarici səthlərinin təmizlənməsi;
- termiki emal (tabalma);
- qapaqaltı səthin və flənslərin mexaniki emalı;
- gövdənin daxili səthində yəhəraltı sətlərin mexaniki emalı;

Sipərin hazırlanması aşağıdakı ardıcıllıqla həyata keçirilir:

- döymə əməliyatından sonra pəstahın termiki emalı;
- pəstahın yan səhlərinin və şpindel oturan paz yuvasının frezlənməsi;
- ilkin pardaxlama;
- issçi səthlərin azotlaşdırılması;
- son pardaxlama.

Yəhərin hazırlanma texnologiyası aşağıdakı ardıcıllıqla reallaşdırılır:

- pəstahın döymə əməliyatından sonra termiki emalı;
- mexaniki emal;
- ilkin pardaxlama;
- issçi səthlərin azotlaşdırılması;
- son pardaxlama.

Yəhər və sipərin hazırlanma prosesində onların işçi səthlərinin aparıcı göstəricilərini yüksəltmək məqsədi ilə azotlaşma və karbonitraşma kimi termiki emal prosesləri tətbir olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu əməliyyatlar texnoloji baxımdan ən çox vaxt tutumu ilə fərqlənirlər.
Tədqiqat işində qeyd olunan hissələrin (gövdə, sipər və yəhər) metal qəliblərdə tökülməsi təklif olunmuş və prosesin texnoloji parametrlərinin optilallaşması sınaq nünunələri üzərində aparılmışdır.
Sınaq nümunələrinin prizmatik konstruksiyada ölçüləru a x b x h = 210 x 80 x 25 mm və həlqə formasında ölçüləri D x d x h = 80 x 60 x15 olmaqla metal qəlibdə tökülməklə hazırlanmışdırlar.

Kokil tökmə texnologiyasının üstünlükləri. Kokil - qravitaasiya qüvvələrinin təsiri altında əridilmiş metalın metal formaya doldurulması ilə töküklərin alınması texnologiyasıdır. Gil-qum qarışığından hazırlanmış formadan (birdəfəlik) fərqli olaraq, metal qəlibi dəfələrlə istifadə edilir. Bu tökmə üsulu gil-qum qarışığından istifadə üsulunu tamamilə aradan qaldırılmasına zəmin yaradır. Bundan əlavə, metal qəliblərin aşağıdakı üstünlükləri var: tökümlərin ölçülü dəqiqliyinin artması, yüksək məhsuldarlıq, töküm qəliblərinin çoxsaylı istifadəsi, prosesin avtomatlaşdırılma imkanının münkünlüyü, tökükdə yüksək sıxlığının əldə edilməsi, yüksək mexaniki xassələrin təmini, tökükdə səthində yanmış qatın əmələ gəlmə ehtimalının aradan qaldırılması və s.

Siyirtmənin govdəsini metal formada tökməklə onun daxili işlək səthlərini mexaniki emal edib, həmin yerlərə yüksək tezlıklı cərayanla (YTC) 42-50 HRC bəriklik vermək və pardaxlamaqla emal prosesii asanlaşdırmaq və dəqiqliyin artırılması imkanı yaranır.

Yəhərin və sipərin hazırlanması isə mürəkkəb bir proses olmaqla və istismar şəraitindən asılı olaraq 38X2MЮA və 12X18H10T markalı poladlardan döymə texnologiyasının tətbiri ilə hazılanır, mexaniki emal olunur və işçi səthlərinə azotlama tətbiq olunmaqla bərklik verildikdən sonra pardaxlanır. Azotlaşmış qatın dərinliyi 1,5-2,0 mm olmaqla HRC =55...60 Mpa çatdırılır.

Tərəfimizdən yəhərin 25XMA markalı poladdan hazırlamaq və hazirlanma texnoloğiyasını metal qəlıbə keçirməklə istehsalını təşkil etmək, mexaniki emal etmək, tablandırmaq və səthini dəmirlədikdən sonra pardaxlamaqla istehsalını kimi reallaşdırmaq təklif olunur. Bu metalın sıxlığının artmasına və uyğun olaraq bərklik göstəricisinin HRS =42...45 MPa sərhədlərində alınmasına əsas yaradır.

ZMS 65x210 tipli siyirtmədə gövdə, sipər və yəhərin polad markasinin dəyişməsi və yeni texnologiya ilə hazirlanması təklifimiz son məhsulun maya dəyərinin aşağı düşməsinə, istehsalının sadələşdirilməsinə və istismar müddətinin 9 ildən 12 ilə qalıxmasına səbəb olacağı proqnozlaşdırılir.

Mövcud texnologiyalar üzrə 12X18H10T markalı poladından hazırlanan sipər və yəhərdə ytətbiq olunan döymə və tablandırma əməliyyatlarından sonra mexaniki xassələri o qədər də yüksək olmur: axıcılıq həddi - $\sigma_{0.2}$= 236 MPa, dözümlülük hədd - σ_b= 550 MPa qədər çatır. Özülülüyü və plastikliyi çox olduğundan səthlərdə pardaxlama və cililanma əməliyyatlarının icrası münkünsüz olur. Digər tərəfdən tablandırmanın yüksək temperaturda aparılması və bu temperaturun əldə edilməsi üçün xüsusi yüksək temperaturaya malik sobalardan istifadə olunması, istehsal texnologiyasinin mürəkkəbliyini və maya dəyərinin yüksəl məsinə əsas yaradır. Ona görə siyirtmənin gövdəsinin, sipər və yəhərin hazılanmasında tərkibi xrom molebden olan 25XMA markalı aşagı legirli poladdan hazırlanmasını təklif olunur. Kimyəvi tərkibinə görə bu polad aşağıdakı komponentlərdən ibarətdir: C=0.22...0.29; Si=0.17...0.37; Mn=0.60...0.90; Cr=0.90...1.20; Mo=0.15...0.30. Eyni zamanda kompozisiyanın tərkibində xromun (Cr) olması onun bərikliyinin və yeyiməyə qarşı davamlığının, molebden (Mo) isə yüksək turşu mühitinə müqaviməti ilə xarakterizə olunur. Molibden, xrom kimi dəmir kristal qəfəsə malikdir. Atomların radiusları bir-birinə yaxındır və dəmir atomunun radiuslarından az fərqlənir. Bu iki komponent kristal qəfəsin ortaqlığı və radiusların yaxınlığı, molibdenin, xromun və onlara bənzər digər elementlərin dəmirdəki atom ölçüsü və qəfəs quruluşunda yaxşı həll olmasını və nəticədə yüksək ərinti qabiliyyətini təyin edir. Eyni zamanda molibden yüksək istilik müqavimətinə malikdir, xüsusilə yüksək temperaturda və yüksək sürtünmə şəraitində bu effekt özünü daha güclü şəkildə biruzə verir. Ümumiyyətlə molibden poladlar



aşağıdakı kombinasiyalarda istifadə edilir: molibden-xrom, molibden-nikel, molibden-xrom-nikel, molibden-xrom-vanadium. Pəstahda lazimi sıxlığı təmin etmək üçün o ilkin olaraq döymə, sonra tablanma əməliyyatlarına uğradılr. Pəstahın bərkliyini artırmaq üçün isə o 850 ^{0}C-yə qızdırılır və sonradan suda soyudulur. Əməliyyatın davamı olaraq, yüksək bərklik almaq ücün termiki emal prosesi davam etdirilir – 200 ^{0}C-yə qədər qızdırılaraq havada soyudulur. Bu halda 25XMA markalı polad aşağıdakı texniki xarakteristikaları ilə səciyyələnir: 42-50 HRC; $\sigma_{0,2}$=406 MPa; σ_b =540 MPa.
Cədvəl 3-də tətqiqat işində qəbul edilmiş materiallar üzrə hazırlanan nümunələrinin sınaqlarının nəticələri göstərilmişdir.

Cədvəl 3. Sınaqların nəticələri.

Hissənin adı	Materialı	Pəstahın alınma üsulu	İşçi səthin emal qsulu	Alınan nəticələr		
				Bərklik, HRC üzrə MPa	Nisbi yeyilmə, %	Cızılmanın əmələ gəlməcidəki kontakt təzyiq, MPa
Gövdə	Polad 35 (Л)	Gil-qum qəlibdə tökmə	Mexaniki emal	22-25	5-6	170
	Polad 40X (Л)	Gil-qum qəlibdə tökmə	Mexaniki emal	25-30	3-4	180
	25XMA (Л)	Kokil tökmə	Dəmirləmə	44-48	1-2	190
Yəhər	38X2MЮA (Л)	Döymə	Azotlaşdırma	62-65	3-4	200
Sipər	25XMA (Л)	Kokil tökmə	Dəmirləmə	60-65	1-2	220

Cədvəl 3-ün təhlilindən göründüyü kimi bütün hallarda kokil tökmə üsulu ilə hazırlanan nümunələrdə formalaşan fiziki-mexahiki xassılər yüksəkdir. Dəmirləmə prosesi nümunələrdə yeyilməyə qarşı davamığın yüksəlməsində mühüm əhəmiyyət kəcb edir.
Sınaqların nəticəsi olaraq müəyyən edilmişdir ki, kokil tökmə üsulundan istifadə töküyün keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsinə nail olmaq olar. Bu sırada mexaniki xüsusiyyətləri yüksəlməsi, metalın strukturunda xırda dənəliyin təmini, sıxlığı və səthinin hamarlığı artması, ölçü və forma dəqiqliyinin əldə edilməsini göstərmək olar. Qeyd olunanların izahı metal qəliblərdə yüksək istilik keçiriciliyin və istilik tutumulu olması və bu əsasda istiliyin sürətlə kənarlaşdırlıması və töküklərdə yüksək sürətlə bərkimə prosesinin baş verməsini göstərmək olar.
Müəyyən edilmişdir ki, metal qəlıbın işçi boşluğunun ölçüləri qum qəlibdən istifadə halı ilə müqaisədə daha dəqiq olur. Kokil qəliblərdə alınan töküklərdə dəqiqlik 12-15 kvalitetə uyğundur. Tökümlərin çəkisi ilə dəqiqlik əmsalı 0,71 -ə çatır emal ehtiyatlarını azaltmasını təmin edir.
Beləliklə, yüksəktəzyiqli siyirtmələrdə resursunun artırılmasında yeni texnologiyanın tətbiqi ilə bağlı tədqiqatların nəticələrini aşağıdakı kimi formalaşdırmaq olar.

Nəticələr: 1. Yüksəktəzyiqli siyirtmələrin gövdə və sipər-yəhər cütlüyünün resurslarının kokil kökmə üsulunun istifadəsi və bu məqsədlə Polad 25XMA (Л) tövsiyə olunur

2. Kokil tökmə üsulu ilə yüksək axicılıq keyfiyyəti yuksək olan polad 25XMA (Л) hazırlanmş siyirtmənin gövdə, sipər və yəhərində formalaşam fiziki-mexaniki xassələr mövcud texnologiya ilə hazırlanan eyniadlı hissələrə müqaisədə fərqlənirlər.

ƏDƏBİYYAT

1. Алиев Э.А., Габибов И.А., Абиев З. Результаты исследований по выбору новых материалов для повышения ресурса шибера в задвижках высокого давления. ADNSU. ”Avadanlıqlar.Texnologiyalar.Materiallar.”Elmi texniki jurnal.2(6).2021.s.4-8
2. Əliyev E.Ə., Həbıbov İ.Ə., Qarayeva Z. Yüksək təzyiqli siyirtmələrdə sipərin resursunun artırılmasında dəmirləmə prosesinin tətbiqi ilə bagli tədqiqatların nəticələri. ADNSU. ”Avadanlıqlar.Texnologiyalar.Materiallar.”Elmi texniki jurnal.3(7).2021.s.4-7.

YÜKSƏKTƏZYİQLİ SİYİRTMƏLƏRDƏ RESURSUNUN ARTIRILMASINDA YENİ TEXNOLOGİYANIN TƏTBİQİNİN NƏTİCƏLƏRİ

[1]Elman Aliyev, [2]Zohra Garayeva
[1]Deputy director, R. L. "Nanomaterials and Nanotechnology", Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of economic science, Azerbaijan.
[3]Assistant, “Industrial Machines”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan.
E-mail: zohra.abiyeva@asoiu.edu.az. https://orcid.org/0000-0001-8824-623X

ABSTRACT

In oilfield practice, as well as in the transportation of oil and gas, great importance is attached to the use of high-pressure valves. Since the demand for this fleet of equipment is growing, it is especially important to increase their resources and reduce their cost on this basis. Along with the constructive and technical measures taken in this direction, serious attention should be paid to improving the choice of materials for the manufacture of parts and their production technology..
The article is devoted to the discussion of the results obtained when using the coquille technology for the manufacture of parts made of low-alloy chromium-molybdenum steel
Keywords: high-pressure gate valve, body, gate, seat, hardness, wear.



ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ КОЛОННЫ В МЕСТЕ УСТАНОВКИ ЯКОРНОГО УСТРОЙСТВА

Севиндж Абасова
Доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, д.ф.т.н, Азербайджан. E-mail: seva-abasova@mail.ru. http://orcid.org/0000-0002-7531-3429

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено напряженное состояние обсадной колонны на месте заякоривание якорными устройствами, используются решения задачи. В колонне во взаимодействии с зубьями плашек якорных устройств определены тангенциальные и радиальные напряжения.
Ключевые слова. Конструктивные и технологические параметры, оборудования, аналитические расчеты, якорное устройство, расчётная схема.

Актуальности темы: Опыт применения заякоривающих устройств показывает что от правильного выбора конструктивных и технологических параметров якорных устройств зависит эффективность работы скважинных оборудований. Для этого нам потребовалось выполнить аналитические расчеты установления их основных конструктивных параметров, определения критических усилий на стенки эксплуатационной колонны в месте установки якорного устройства[1].
Цель работы: Изучение эксплуатационной колонны в месте установки якорного устройства.
Результаты исследования и их обсуждения: на рисунок 1 показана расчётная схема якорного устройства. Величина силы нормального давления плашек на колонну N_1 зависит от осевой нагрузки Q_c при равных условиях, передаваемой на ″остов″ якорного устройства. Определенная нагрузка Q'_c, при которой возможно разрушение колонки в месте воздействия на нее плашек.
Осевая нагрузка определяется из соотношения

$$Q_C = Q_M + Q_Г, \tag{1}$$

где $Q_м$ - механическая осевая нагрузка, используемая для сжатия пакера, кгс;
$Q_Г$- гидравлическая осевая нагрузка которая возникает за счёт разности давлений.

$p_Г$ и p_K - соответственно гидростатическое давление над и под уплотнительным элементом пакера, кгс/см^2; $p_З$ - гидростатическое давление за колонной; Q_c - осевая сжимающая нагрузка.

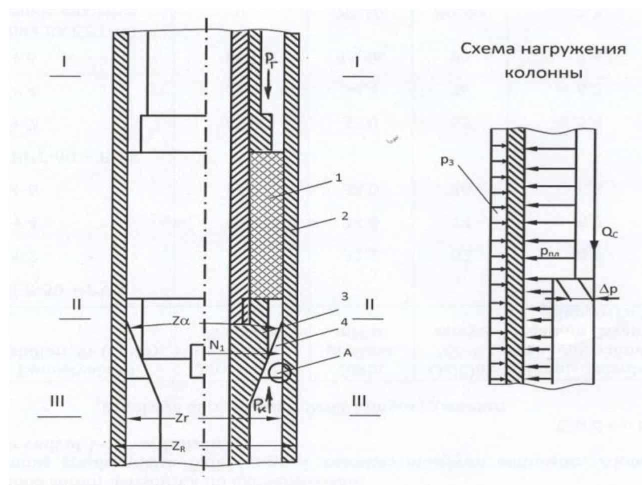


Рисунок 1. Схема якорного устройства с пакером:
1 - пакерующий элемент; 2-колонна обсадных труб; 3 - остов якоря; 4 – плашки.

От геометрических размеров пакерующих элементов зависит величина требуемой механической нагрузки а твердости резины могут меняться в широких пределах (3-10) тс. По ниже указанной формуле определяется гидравлическая нагрузка.

$$Q_Г = (p_Г - p_К)F_0 \qquad (2)$$

где F_0 – площадь которая воспринимает перепад давления, см^2.
В момент открытия впускного клапана $Q_Г$ достигнет максимального значения. Во время перепадах давлений порядка 450 кгс/см^2 гидравлическая нагрузка достигает 40-60 тс. Нагрузка уменьшается по мере отбора пластового флюида и роста давления в подпакерной зоне. А эта 5-8 раз ниже первоначальной. Следует иметь в виду, что к моменту открытия впускного клапана резиновый элемент пакера плотно прижат к стенкам скважины. Это происходит под воздействием механической сжимающей нагрузки $Q_М$. По этой причине осевая нагрузка передается якорному устройству, который устанавливается ниже пакера.
Сила нормального давления определяет плашек на колонну обсадных труб (рисунок 1)

$$Q_C = nP_1 = nN_1 f \, , \qquad (3)$$

где n - число плашек в якорном устройстве; P_1 - сила трения между опорной поверхностью плашки и обсадной трубой, кгс; N_1 - сила нормального давления плашки на колонну, кгс; f - коэффициент трения: $f = tg(\alpha + \varphi)$, здесь α - угол наклона направляющей поверхности плашки; φ - угол трения скольжения плашки по направляющей поверхности.
Угол α для исключения самозаклинивания плашек принят равным 10°. В таком случае значения $tg(\alpha + \varphi)$ находятся в пределах 0,3-0,58, при коэффициенте трения плашек по направляющей поверхности $tg\varphi = 0{,}12 \div 0{,}15$. Если предположить на



площади контакта суммарная сила нормального давления $N_C=nN_1$ равномерно распределяется по поверхности колонны. Тогда удельное давление плашек определится из соотношения

$$p_{пл} = \frac{Q_c}{Atg(\alpha + \varphi)} \tag{4}$$

где $p_{пл}$ - удельное давление плашек, кгс/см^2; A - площадь опорной поверхности плашек, см^2.

На колонну обсадных труб месте установки якорного устройства (рисунок 1) действуют нагрузки: Q_C - осевое усилие; $p_к$ - гидростатическое давление жидкости под пакером; $p_З$ - гидростатическое давление за обсадной колонной; $p_{пл}$ - удельное давление плашек. Во время системы в обсадных трубах возникаютследующии напряжения: нормального от действия осевой нагрузки Q_C; тангенциального и радиального от действия нагрузки, распределенной по внутренней поверхности трубы - $p_к$ и $p_{пл}$ и по внешней - $p_З$.

Тангенциальные и радиальные напряжения в цилиндре определяются решением задач Ламе, равномерно нагруженном или изменяющимся вдоль образующей по линейному закону давлением. В рассматриваемом случае на внутреннюю поверхность колонны действует скачкообразное изменение давления, оно является причиной появления дополнительных напряжений (σ_m) в месте скачка давления. Распространяются примерно па расстоянии $2\sqrt{R(R-r)}$ в обе стороны от места скачка; по формулы Ламе.

Для определения напряжения рассмотрим вблизи места перехода от гидростатического давления жидкости к удельному давлению плашек ряд сечений трубы (рисунок 1). При выборе расположим сечения *I-I* и *III-III* , они должны находится на большом расстоянии чем $2\sqrt{R(R-r)}$ от места скачка, а сечение *II-II* - в зоне скачка. Напряжения в сечении *I-I* запишем в виде[2]

$$\sigma_z^I = Q_c / F$$

$$\sigma_{r.t}^I = \frac{p_к r^2 - p_3 R^2}{R^2 - r^2} \pm \frac{(p_к - p_3) r^2 R^2}{(R^2 - r^2) r_i^2}, \tag{5}$$

где σ_z^I, σ_t^I и σ_r^I - радиальное , осевое, тангенциальное напряжения в сечении *I-I*, кгс/см^2;

F - площадь поперечного сечения тела трубы, см^2;

R, r и r_i – текущий, наружный, внутренний радиус трубы, см.

На внутренней поверхности трубы суммарное напряжение достигает максимального значения ($r_i=r$).

С выражения (5) перепишем в виде: $\sigma_z^I = Q_c / F$;

$$\sigma_r^I = -p_к; \tag{6}$$

$$\sigma_t^I = \frac{p_\kappa r^2 - p_3 R^2}{R^2 - r^2} \pm \frac{(p_\kappa - p_3) R^2}{R^2 - r^2}$$

Дополнительные напряжения появляются по мере перехода от сечения *I-I* к сечению *II-II*. Это следствия действия скачка давления Δp .

Воспользоясь следующим решением задачи для нахождения напряжений в сечении *II-II*. У внутренней поверхности цилиндра:

$$\sigma_z^{II} = \frac{Q_c}{F} + K_1 \Delta p ;$$

$$\sigma_r^{II} = -p_{n\pi} ; \qquad (7)$$

$$\sigma_t^{II} = p_{n\pi} \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2} - p_3 \frac{2 R^2}{R^2 - r^2} + K_1 \mu \Delta p + K_2 \Delta p$$

где σ_z^{II} , σ_t^{II} и σ_r^{II} - осевое, радиальное и тангенциальное напряжения в сечении *II-II*, кгс/см^2;

ΔP - скачок давления, кгс/см^2; $\Delta p = p_{n\pi} - p_\kappa$; μ - коэффициент Пуассона.

K_1 и K_2 коэффициенты (см. табл.1) определяются из условия минимума потенциальной энергии деформации. Зависят от отношения *r/R* и расстояния *E* от места скачка (E - величина, равная отношению осевого перемещения внутренней поверхности к наружному радиусу трубы *E=z/R*).

Таблица 1. Значение коэффициента K_1 и K_2

r/R	K_1 и K_2	Значения K_1 и K_2 при *E*				
		0	0,1	0,2	0,4	0,6
0,9	K_1	0	2,2	2,56	1,54	0,66
	K_2	- 4,92	-2,91	-1,38	0,12	0,098
0,8	K_1	0	0,84	1,17	1,04	0,61
	K_2	- 2,46	-1,68	-1,01	-0,22	0,66

Напряжения в сечении *III-III* определяются выражениями (6), если вместо гидростатического давления жидкости в колонне p_κ подставить удельное давление плашек $p_{n\pi}$:

$$\sigma_z^{III} = Q_c / F ; \quad \sigma_r^{III} = -p_{n\pi} ;$$

$$\sigma_t^{III} = \frac{p_{n\pi} r^2 - p_3 R^2}{R^2 - r^2} - \frac{(p_{n\pi} - p_3) R^2}{R^2 - r^2} . \qquad (8)$$

Анализируя можно сделать вывод, что в сечениях колонны достигается максимальное значения напряжения, расположенных в зоне скачка давления. Тангенциальные , осевые, радиальные напряжения для сечения *II-II* связаны между собой следующим соотношением: $\sigma_t^{II} > \sigma_r^{II} > \sigma_z^{II}$. Тогда эквивалентное значение запишем в виде



$$\sigma^{II}_{экв} = \sigma^{II}_{t} - \sigma^{II}_{z}$$

Принимая $\sigma^{II}_{экв} = \sigma_m$ и подставляя значение напряжений σ^{II}_{t} и σ^{II}_{z}, находим допустимую осевую нагрузку в процессе работы, передаваемую на плашки якорного устройства

$$Q'_c = \frac{\sigma_T + p_k[K_1(1+\mu)+K_2] + p_3\dfrac{2R^2}{R^2-r^2}}{\dfrac{1}{Atg(\alpha+\varphi)}\left[\dfrac{R^2+r^2}{R^2-r^2}+K_1(1+\mu)+K_2\right]\dfrac{1}{F}} \qquad (9)$$

где Q'_c - допустимая осевая нагрузка на якорь. В этом случае напряжения в теле трубы достигает предела текучести, кгс;

σ_T - предел текучести материала труб, кгс/см^2.

Допустимая осевая нагрузка зависит от размеров и марки стали обсадных труб. При равных условиях давления за колонной приводит к значительному увеличению допустимой нагрузки; рост же внутреннего давления в колонне ведет к увеличению величины Q'_C в меньшей степени . Полученная зависимость (9) может быть использована при обосновании выбора опорной поверхности плашек якорных устройств. Зная суммарную площадь плашек для якорей, предназначенных к работе в колоннах 146 и 168 мм, которая оказалась соответственно равной 250 и 280 см^2, с помощью (9) была определена значения ожидаемого осевого усилия - $Q'_C = 70{,}7$ тс.

В основу приведенного расчёта, находящегося под действием нагрузки положено решение задачи о напряженном состоянии цилиндра, , изменяющейся вдоль его образующей. Используется метод, основанного на строгом выполнении уравнений равновесия и статических граничных условий, при условии минимума потенциальной энергии деформации даст представление о распределении в осевом направлении дополнительных осевых и тангенциальных напряжений. Изменение этих напряжений распространяется от нее в обе стороны на расстояние $2\sqrt{R(R-r)}$ и в этих случаях осевые напряжения в обе стороны сначала возрастают по абсолютной величине, а затем уменьшаются до нуля. Значения тангенциальных напряжений сначала возрастают, а затем уменьшаются на участках, где приложена распределенная нагрузка.

Выводы: Мы пришли к выводу что , допустимая осевая нагрузка зависит от марки, размеров стали обсадных труб, от давления в колонне, площади опорной поверхности плашек якорного устройства. Мы видим что в сечениях, наблюдается возрастание тангенциальных величин, найденных по выражению Ламе. Но реальных условиях допущение о равномерном распределении нагрузки от действия плашек приводит к упрощению закономерности распределения напряжений. По этой причине возникает задача уточнения напряженного состояния, имеющего место в поперечных сечениях трубы и на основе решений плоской задачи теории упругости с учетом увеличения напряжений под торцами плашек.



ЛИТЕРАТУРА

1. Бухаленко Е.И. Нефтепромысловое оборудование. Справочник, М.:, «Недра», 1990, 559 с.
2. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М.: Высшая школа, 1968.-512с.

STUDY OF THE OPERATING COLUMN IN LOCATION INSTALLATION OF THE ANCHOR DEVICE

Sevinc Abasova
Assistant professor, Department of "Industrial Machines", Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of Technical Sciences, Azerbaijan. E-mail: seva-abasova@mail.ru.
http://orcid.org/0000-0002-7531-3429

ABSTRACT

The article discusses the stress state of the casing at the site of anchoring with anchor devices, the solutions of the problem are used. In the column, in interaction with the teeth of the anchor device rams, tangential and radial stresses are determined.
Keywords: design and technological parameters, equipment, analytical calculations, anchor device, design scheme.



UNİVERSAL KORROZİYA İNHİBİTORUNUN İŞLƏNMƏSİ

[1]Lalə Hacıyeva, [2]Mehin Bağırova
[1]Dosent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Texnika üzrə elmlər namizədi, Azərbaycan.
[2]Dosent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Texnika üzrə elmlər namizədi, Azərbaycan.
E-mail: [1]lala.haciyeva51@mail.ru; [2]mehin.bagirova@mail.ru

XÜLASƏ

Aminoetiletanolaminin və yağlı turşuların kondensatlaşma məhsulları əsasında korroziya prosesinin aradan qaldırılması üçün univerdsal bakterisid-inhibitor işlənmişdir. İşlənmiş inhibitorun bakterisid xassələri tədqiq edilmişdir. SOKAR-ın 28 May adına NQÇİ-nin dəniz platformalarında istismar olunan quyularda lay suyunun kimyəvi və mikrobioloji təhlili aparılmışdır. Tədqiq edilən inhibitorun bakterial hüceyrələrin sayına və onların həyat fəaliyyətinə məhvedici təsiri onun üstünlük təşkiledən bakteriosid təsiri barədə şahidlik edir.
Açar sözləri: korroziya, neftmədən avadanlığı, inhibitor müdafiəsi, aqressiv mühit, hidrogensulfid, karbon qazı, oksigen, karbonat, dispers hissəcik.

Mövzunun aktuallığı: Neft yatağı işlənməsinin tükənmiş mərhələsində neftin hasil edilməsi, yığılması və hazırlanması proseslərində mövcud olan vəziyyət çoxsaylı mürəkkəbləşmələrlə xarakterizə olunur ki, bunlarda öz növbəsində avadanlığın və neftkəmərlərinin korroziya dağılması ilə əlaqəlidir. Bna qarşı mübarizədə ən effektiv və texnoloji cəhəddən sadəliyi ilə fərqlənən üsul inhibitor müdafiəsidir. Lakin, işçi mühitlərin korroziya aqressivliyinin müxtəlifliyi, işlənmənin müxtəlif mərhələlərində, avadanlığın və tikintilərin istismar şəraitlərinin dəyişməsi inhibitorun seçilməsinə, eləcə də onun müdafiə texnologiyasının təkmilləşdirilməsinə və yeni effektiv inhibitorların axtarışına istiqamətində tələblər irəli sürülür. Problem hal-hazırda da aktuallığını saxlamaqdadır [1 – 3].
İşin məqsədi: Neft mədənlərində, korroziya situsiyasının xüsusiyyətini nəzərə almaqla, kompleks təsirli effektiv inhibitorların işlənməsi və tədqiqidir.
Həlli tələb oluna məsələlər: Qeyd edilmiş məqsədi əldə etmək üçün aşağıdakı məsələlər qoyulmuşdurlar:
– texnoloji mühitlərin tərkibinin və məhsuldar layların mikroorqanizmlərlə zənginləşməsinin sistemli təhlilinin aparılması, mədən avadanlığın korroziya və-
ziyyətinin imtinası üzrə statislik verilənlərinin yığılması;
– azotdan birləşmələrin əsasında universal inhibitor-bakterisidlərin əsasında universal inhibitor-bakterisidlərin işlənməsi;
– işlənmiş inhibitorların fiziki-kimyəvi, müdafiə və bakterisid xassələrinin tədqiqi;
– quyu avadanlığının, lay təzyiqinin saxlanması sistemi boru kəmərlərinin korroziyaya qarşı müdafiə təcrübəsində onun tətbiqi üzrə təkliflərin verilməsi.
Neft mədənlərinin texnoloji sistemlərində xeyli çox miqdarda lay suyunun olması, neftin çıxarılması və hazırlanması proseslərində bir sıra ciddi mürəkkəbləşmələrin inkişafına kömək edir, hansılar avadanlığın istismarının normal rejiminin pozulmasına gətirirlər. Texnoloji mayelərin yüksək aqressivliyi onlarda həll olmuş qazların (H_2S, CO_2 və O_2), mexanika

qarışıqların, duzların ionlarının (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, SO_4^{2-}, Cl^{-}), suda həll olanların, naften və mineral turşuların və əsasların, həm də isə mikroorqanizmlərin, hansıların məhsulları, həyat fəaliyyətləri metalın aktiv biokorroziyasına gətirirlər.

Korroziyaya qarşı müdafiə vasitələrinin işlənməsi və praktiki istifadəsi yalnız metalın və vasitələrin itkisinin azalmasına deyil, həm də istismar dövrünü artırır və bütövlükdə avadanlığın maya dəyərini azaldır və rentabelliyini yüksəldir.

Korroziya inhivitorları kimi fərdi birləşmələr yaxud bir sıra maddələrin kompozisiyaları istifadə olunurlar, hansılar texnoloji mühitlərdə duzlarla yanaşı, aqressiv qazların (H_2S, CO_2, O_2) iştiraki ilə əlaqəlidir.

Ona baxmayaraq ki, bu günki gündə böyük miqdarda korroziya inhivitorları reagentlərin assortimenti işlənmişdir, hansılar hidrogensulfid olan mühitlərdə poladın müdafiə problemini effektiv həll edə bilərdi, həm də sulfatbərpaedici bakteriyaların (SBB) həyat fəaliyyətini məhvedənləri məhduddur. Ona görə universal inhivitorların işlənməsi məqsədyönlüdür, çünki onlar hidrogen sulfid və mikrobioloji korroziyanı ləngidir ki, bu da mövcud olan tərkibləri xeyli çox yaxşılaşdırır.

Eksperimental hissə: İşçi məhlul kimi sıxlığı 1,12 q/sm^3 olan minerallaşmış lay suyunun modeli tədqiq edilmişdir, q/dm^3 ilə:

xlorlu kalsium 6-sulu	– 34,00;
xlorlu maqnezium 6-sulu	– 17,00;
xlorlu natrium üzrə	– 163,00;
kükürd turşulu 2-sulu	– 0,14.

Korroziyalı sınaqlar polad Cm20 nümunələrində kütlələr %-li tərkibilə aparılmışdırlar:
C – 0,17 – 0,24; Mn – 0,35 – 0,65; Si – 0,17 – 0,37; P – 0,035; S – 0,04; Cr – 0,30; Ni – 0,25; Cu – 0,20.

İnhibitor kimi işlənmiş universal bakterisid-inhibitor tədqiq edilmişdir. İnhibitor kompozisiyası aminoetil – etanolamindən (AEEA) və yağlı turşulardan (YT) alınmış imidazolinlərin və amidoaminlərin əsasında işlənmişdir.

Yağlı turşular Bakı yağəmaledici Azərsun Holdinqin Zavodunun bitki yağlarının və piylərinin qələvili rafinləşdirmənin nəticəsində əmələ gəlmiş soapstokdan alınmışdırlar. Sərbəst yağlı turşuların soapstokdan ayırmaq üçün onu qələvilə uşləndilər (neytral piyin sabunlaşması üçün) və mineral turşularla neytrallaşdırdılar növbəti distillyasiya ilə.

İnhibitorun sintez edilməsi üçün AEEA-nin kondensatlaşması kimyəvi reaksiyası seçilmişdir, turşularla yüksək inhibirləyici qabiliyyəti yaradan birləşmələrin əmələ gəlməsilə [4]. Sınaqların nəticələri üzrə müxtəlif şəraitlərdə və reagentlərin münasibətlərində reaksiyaların aparılmaları ilə optimal parametrləri alınmışdırlar: intensiv qarışdırılmada və 130 °C temperaturda alınmışdırlar böyük olmayan paylarla kolbaya mol münasibətində AEEA:YT = 1,0:3,0 tökürlər. Qarışığı 2 saat müddətində qarışdırırlar. 180 °C temperaturda, alınmış karboksamid suyun ayrılması ilə imidazolinə çevrilir. Qeyd etmək lazımdır ki, inhibitor kimi imidazolin suda həllolma formada tətbiq edilir. Ona görə imidazolinin duzları sirkə turşusu ilə 1:1 münasibətində alınmışdırlar.

Ölçüsü 50×50×0,3 mm olan düzbucaqlı lövhələr istifadə edilmişdir, hansıları təmizlənmişdirlər və müxtəlif ölçülü cilalama dairələrində hamarlamışdırlar. Sınaqlardan əvvəl nümunələri asetonla piysizləşdirmişdilər, qurutmuşdurlar və analitik tərəzidə 5 – 10^{-5} Q-



adək dəqiqliklə çəkmişdirlər. Məhlulun həcmi nümunə sahəsinin 1 sm^2-nə 10 sm^3-dən az olmamaqla təşkil etmişdir. Təcrübələrin davametmə müddəti 6 – 24 saat olmuşdur.
Ekspozisiyadan sonra nümunələr 15 %-li HCl məhlulu ilə yeyindirilmişlər, tərkibində 1 Q/*l* urotrolin və 1 Q/*l* KL olmuşdur; bundan sonra su ilə yuyulmuşdurlar, süzmə kağızı ilə qurudulmuşdurlar və yumşaq lastinlə işlənmişdirlər. Korroziyanın sürətini altı paralel təcrübələrin verilənlərinə əsasən nümunələrin kütlə itkilərinə görə qiymətləndirmişdilər.
İnhibitorun müdafiə effekti (Z) aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

$$Z, \% = 100[(K_o - X_{inq})/K_o],$$

burada K_o və K_{inq} – uyğun olaraq inhibirlənməmiş və inhibirlənmiş məhlullarda korroziya sürətidir.
Cədvəl 1 və 2-də polad Cm20-nin korroziya sürətləri üzrə verilənləri və müdafiə effekti Z-ə işlənmiş inhibitorun model məhlulda H_2S-in konsentrasiyasından asılı olaraq 6 saatlıq və gündəlik sınaqların nəticəsində alınmışlar yazılmışlar.

Cədvəl 1. Məhlulda H_2S-in konsentrasiyasının polad Cm20-nin korroziya sürətinə təsiri və inhibitorun T = 6 saat olanda müdafiə effekti 2.

CH25, mQ/*l*	100, mQ/*l*		400, mQ/*l*	
SİN, mQ/*l*	K, Q/m^2s	Z, %	K, Q/m^2s	Z, %
0	0,18	-	0,40	-
25	0,07	59	0,07	83
50	0,06	67	0,0	86
100	0,04	78	0,04	90
200	0,02	85	0,02	94

Cədvəl 2. Məhlulda H_2S-in polad Cm20-nin korroziya sürətinə təsiri və inhibitorun T = 24 saat olanda müdafiə effekti 2.

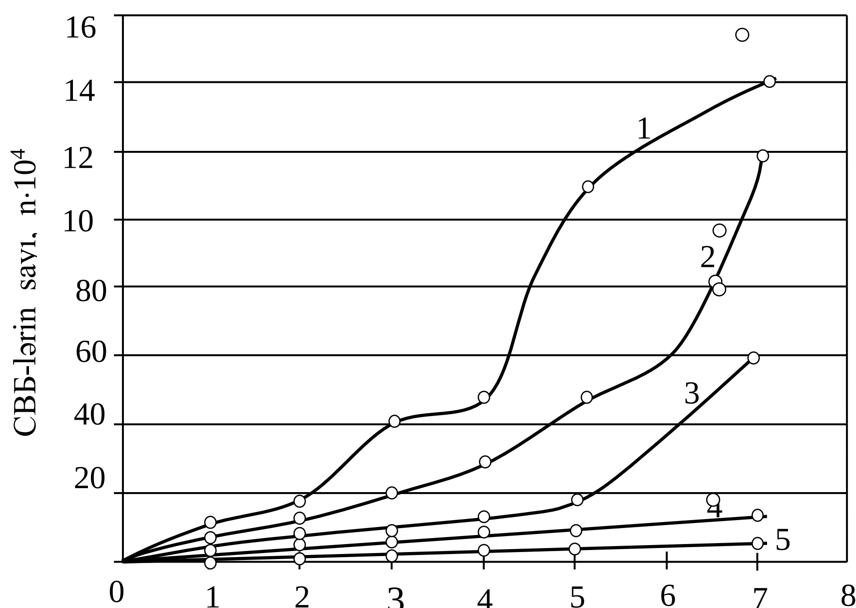
C№ 5, mQ/*l*	100, mQ/*l*		400, mQ/*l*	
sinq, mQ/*l*	K, mQ/*l*	Z, %	K, mQ/*l*	Z, %
0	0,40	-	0,100	-
25	0,028	30	0,034	66
50	0,013	68	0,017	83
100	0,012	69	0,012	87
200	0,009	77	0,001	90

Cədvəl 1-dən görünür ki, müdafiə effekti 2 məhluldakı H_2S-in konsentrasiyasının artması ilə artıq inhibitorun miqdarı 100 mQ/*l* olanda, korroziya sürəti 0,04 Q/m^2·saat-a yaxın qiymətə çatır ki, bu da 0,05 mm/il ətrafdakı qiymətə uyğun gəlir ki, hansı da inhibitorun kifəyət qədər effektivliyinin xarakteristikası üçün etanol kimi təklif olunur.
Cədvəl 2-də, gündəlik korroziya sınaqlarının nəticələri təqdim edilmişdirlər. 6 saatlıq və gündəlik korroziya sınaqlarının nəticələrinin müqayısəsi güstərir ki, poladın korroziya sürəti həm inhibirlənmiş, həm də inhibirlənməmiş məhlullarda zaman keçdikcə aşağı düşür, amma H_2S-in konsentrasiyasının artması sınaqların bu və ya digər davametmə müddətlərində inhibitorun müdafiə effektinin yüksəlməsinə kömək edir.

Tərkiblərin СВБ-y nisbətən bakterisid xassələri NACE TMO194 – 2014 üzrə öyrənilmişdirlər (Fild Monitoring of Bacterial Groüth in oil and Gas Systems). Sostav sredı, Postqeyt B, q/*l*, NH_4Cl – 1,0; K_2HPO_4 – 0,4; $MgSO_4$ – $7H_2O$ – 2,0; $CaSO_4$ – 1; $FeSO_4$ – $7H_2O$ – 0,5; NaCl – 25; maya ekstraktı – 1; laktat Na (60 %) – 3,5 ml; askorbin turşusu – 0,1 Q, tioqlikol turşusu 0,1 Q.

İşlənmiş inhibitorun bakterisid xassələrinin tədqiqi göstərmişdir ki, o, Postqeytin qidalanma mühitində СВБ sayının artımının effektiv qarşısını alır, yəni ən çox komfort şəraitlərdə onların inkişafı və həyat fəaliyyəti üçün (şəkil). Əgər inhibitorun 50 mQ/*l* konsentrasiyasında СВБ-lərin sayı 7-ci gündədirsə, bu qapalı sistemdə bakteriyaların həyat tsiklinə uyğun gəlir, təqribən ikiqat aşağı düşür, onda C_{inq} = 100 mQ/*l*-də basma əmsalı onların sayının 90 % yaxınlaşır, 200 mQ/*l*-də isə artıb bu qiyməti də yüksəlir.

Təqdim edilən inhibitorun bakterial hüceyrələrin sayına və onların həyat fəaliyyətinin basılma dərəcəsinə təsir xarakteri onnu üstünlüklü bakterisid təsirinin olması barədə şahidlik edir. İnhibirləyici kompozisiyanın tərkibinə daxil olan imidazolinlər və amidoaminlər, aydındır ki, sulfatların bərpasına cavab verən fermentativ reaksiyaları verən yaradır.



Şəkil 1. СВБ-lərin inhibitorların təsiri altında zamanla sayının dəyişməsi, mQ/*l*-lə.
1 – 0; 2 – 2,5; 3 – 50; 4 – 100; 5 – 200.

İnhibitorun təcrübi-sənaye sınaqları üçün 28 May adına NQÇİ-nin (SOKR) platformalarında istismar olunan quyularında lay suyunun kimyəvi və mikrobioloji təhlili aparılmışdır. Aparılmış tədqiqatların nəticələrində avadanlığın birinci dərəcəli səbəbləri edilmişdir. Aqressiv mühitin korroziya aktivliyinə edən əsas amil neftin və suyun münasibətidir. Eksperimentlərlə müəyyən edilmişdir ki, lay suyu, neftlə təmasa gələrək, özü ilə minerallaşmış mühiti təqdim edir, hansında aşağıdakılar olurlar: 50 Q/*l*-ədək mineral hissəciklər (gil, qum və s.); 9 – 38 Q/*l* xlor ionları (Cl^-); 0,04 – 2,1 Q/*l* kalsium (Ca^{2-}); 0,08 – 0,68 Q/*l* maqnezium (Mg^{2-}); 2,1 – 22,5 Q/*l* kalium və natrium (K^-, Na^-); 0 – 2,9 Q/*l*



karbonatlar və bikarbonatlar; 2,1 – 42,5 Q/*l* kalsium, maqnezium, natrium, kalium və dəmir sulfatları. Bundan başqa onda iştirak edirlər: qazşəkilli qarışıqlar – 50 – 119 mQ/*l* H_2S; 0,57 – 1,5 Q/*l* CO_2; 0,2 – 3,5 mQ/*l* O_2; kömürdə hidrogen qazları.

Müəyyən edilmişdir ki, yataqların quyularında və borukəmərlərində borular kəmərlərinin korroziya körlanmalarının təqribən 80 %-i СВБ-lərin fəaliyyətilə əlaqəlidir. Quyudan asılı olaraq, mikroorqanizmlərin miqdarı 102–107 hüceyrə/ml arasında dəyişir.

Nəticə: 1. Model məhlullarda yüksək inhibirləşdirici xassələrə malik olan aminoetiletanolaminin və yağlı turşuların kondensatlaşma məhsullarının emalının qalığı əsasında alınmış inhibirləyici tərkib işlənmişdir.
2. Bu inhibitorun sintezinin optimal şəraitləri müəyyən edilmişdirlə.
3. Yeni seriyalı kompozisiyanın inhibirləyici xassələri tədqiq edilmişdirlər, özü də poladın müxtəlif tərkibli hidrogensulfid mühitlərində neft yataqlarının lay sularını imitasiya edənlərin və sulfatreduksiyalayıcı bakteriyalar nisbətən bakterisid təsirini.

ƏDƏBİYYAT

1. Ashassi – Sorkhaabani H., Shaabani B., Seifzadeh D. Corrosion inhibition of mild steel by some schiff base compounds in hydrochloric asid // Applied Surfase Science. – 2005, – vol. 239, – p. 154 – 164.
2. Jiang X., Zheng Y.G., Ke W. Effect of flow velocity and entrained sand on inhibition performances of two inhibitors for CO_2 corrosion of № 80 steel in 3 % NaCl solution // Corrosion Science. – 2005, – vol. 47, – p. 2636 – 2658.
3. Баранов Р.К. Выбор ингибиторов для антикоррозийной защиты стального оборудования на нефтепромыслах // Коррозия: материалы, защита. – 2007, № 1, – с. 9 – 13.
4. Hydroxy – and aminonoethyl imidazolines of cotton seed oil fatty accids as additives for diesel fulls / V. M. Abbasov [et al.] // Journal of Synthesis Theory and Applications. – 2015, № 4, – c. 33 – 39.

THE DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL CORROSION INHIBITOR

[1]Lala Haciyeva, [2]Mehin Baghirova
[1]Assistant professor, Department of "Industrial Machines", Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of Technical Sciences, Azerbaijan. E-mail: lala.haciyeva51@mail.ru
[2]Associate professor, Department of "Industrial Machines", Azerbaijan State University of Oil and Industry, Candidate of Technical Sciences, Azerbaijan. E-mail: mehin.bagirova@mail.ru

ABSTRACT

In the article, in order to eliminate of the corrosion process, a universal bactericidal inhibitor was developed, based on the condensation products of aminoethylethanolamine and fatty acids. The bactericidal properties of the developed inhibitor were investigated. In wells operated on offshore platforms of O.G.E.O. on May 28, SOCSR carried out chemical and

microbiological analysis of formation waters. The number of bactericidal cells of the investigated inhibitor and their vital activity indicate the bactericidal effect of its organizing advantage.
The topic posed in this article is topical and has great theoretical and practical importance.
An inhibiting composition has been developed, obtained on the basis of processing the residue of condensation products of aminoethylethanolamine and fatty acids, which have high inhibitory properties in model solutions.
The optimal conditions for the synthesis of this inhibitor have been determined.
The inhibiting properties of the composition of the new series, moreover, with a different composition in hydrogen sulfide media of oil fields of formation waters, imitating siphate-reducing bacteria, with respect to the bactericidal effect, have been established.
Keywords: corrosion, oilfield equipment, inhibitor protection, aggressive protection, aggressive environment, hydrogen sulfide, carbon dioxide, oxygen, carbonate, dispersed particle.



УПРУГОПЛАСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ПЕРФОРИРОВАННОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ СДВИГЕ

[1]Рафаил Мехтиев, [2]Алекбер Мехдиев, [3]Рустам Маммедов

[1]Доцент, кафедра "Технология материалов", Азербайджанский Технический Университет, Кандидат физико-математических наук, Азербайджан.
[2]Доцент, кафедра "Технология материалов", Азербайджанский Технический Университет, Кандидат физико-математических наук, Азербайджан.
[3]Диссертант Кафедры "Технология материалов", Азербайджанский Технический университет. Азербайджан. E-mail: [1]rafail60mehtiyev@mail.ru; mehdiyevalekber@mail.ru; [3]mr.asa.holding@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Дается решение задачи о поперечном сдвиге тонкой пластины, защемленной по краям отверстий и ослабленной двоякопериодической системой прямолинейных сквозных трещин с пластическими концевыми зонами, коллинеарных осям абсцисс и ординат неравной длины. Строятся общие представления решений, описывающие класс задач с двоякопериодическим распределением напряжение вне круговых отверстий и прямолинейных трещин с концевыми зонами пластических деформаций. Удовлетворяя граничным условиям, решение задачи теории сдвиге пластин сводится к двум бесконечным системам алгебраических уравнений и двум сингулярным интегральным уравнениям. Затем каждое сингулярное интегральное уравнение сводится к конечной системе линейных алгебраических уравнений.
Ключевые слова: перфорированная тонкая пластина, прямолинейные трещины с концевыми зонами, поперечный изгиб, зоны пластических деформаций.

Постановка задачи: Рассматривается плоская задача теории упругости для изотропной пластины, ослаблены двоякопериодическая решетка с круговыми отверстиями, имеющими радиус $\lambda\ (\lambda < 1)$ и центры в точках

$$P_{mn} = m\omega_1 + n\omega_2; (m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \dots .),$$
$$\omega_1 = 2; \quad \omega_2 = \omega_1 h e^{i\alpha}; \quad h > 0; \quad Jm\omega_2 > 0.$$

Из контуров отверстий исходят симметричные прямолинейные трещины (рис. 1). Контуры круговых отверстий и берега трещин свободны от нагрузок. Материал перфорированной пластины будем считать идеально–упруго–пластичности Треска–Сен–Венана, согласно которому максимальное касательное напряжение в каждой точке тела не превышает предела текучести на сдвиг τ_s $(\tau_{xy} = \tau_s, \sigma_x = 0,\ \sigma_y = 0$ где τ_s– предел текучести на поперечном сдвиге). Рассмотрим задачу о начальном развитии пластических деформаций при поперечном сдвиге пластинки усилиями τ_{xy}^{∞}.
Первые полосы пластичности, согласно схемы Леонова–Панасюка–Дагдейла, будут развиваться по линиям на продолжении трещин. В силу симметрии граничных условий и геометрии области S, занятой материалом пластины, напряжения являются двоякопериодическими функциями с основными периодами ω_1 и ω_2.

Из контуров отверстий исходят симметричные прямолинейные щели. Контуры круговых отверстий и берега разрезов свободны от внешних усилий

$$\sigma_r - i\tau_{r\theta} = 0 \text{ на контурах отверстий}, \quad \sigma_y - i\tau_{xy} = 0 \text{ на берегах трещин}$$

На основании формул Колосова – Мусхелишвили [11] и граничных условий на контурах круговых отверстий и трещин, а также распределения напряжения на полосах пластичности задача сводится к определению двух аналитических в области функций $\Phi(z)$ и $\Psi(z)$

$$\sigma_r + \sigma_\theta = 2\left[\Phi(z) + \overline{\Phi(z)}\right]; \quad (z = x + iy);$$

$$\sigma_\theta - \sigma_r + 2i\tau_{r\theta} = 2[\bar{z}\Phi'(z) + \Psi(z)]e^{2i\theta};$$

$$2\mu(u + iv) = \alpha\varphi(z) - z\overline{\varphi'(z) - \overline{\varphi(z)}}; \quad \Phi'(z) = \varphi'(z), \Psi(z) = \phi(z);$$

$$\alpha = \begin{cases} 3 - 4\nu & \text{— плоская деформация} \\ \dfrac{(3 - \nu)}{(1 + \nu)} & \text{— плоское напряженное состояние} \end{cases}$$

μ и ν — модуль сдвига и коэффициент Пуассона соответственно; r, θ — плоярные координаты.

$$\Phi(\tau) + \overline{\Phi(\tau)} - e^{2i\theta}[\bar{\tau}\Phi'(\tau) + \Psi(z)] = 0; \quad (1)$$

$$\Phi(t) + \overline{\Phi(t)} + t\overline{\Phi'(t)} + \overline{\Psi(z)} = a + iF \text{ на } L_1 \quad (2)$$

$$\Phi(t) + \overline{\Phi(t)} + t\overline{\Phi'(t)} + \overline{\Psi(z)} = a + iF_* \text{ на } L_2 \quad (3)$$

где $\tau = \lambda e^{i\theta} + m\omega_1 + n\omega_2$, $m, n = 0, \pm1, \pm2, \ldots, a = i\tau_s$ на линиях скольжения, t и t_1 – аффикс точек берегов трешен и полос пластичности, направленных коллинеарное осям абсцисс и ординат соответственно; F и F_* –действительные постоянные; L_1 и L_2 совокупность берегов трещин и зон пластических деформаций, коллинеарно соответственно осям абсцисс и ординат.

Решение краевой задачи: Аналитические функции $\Phi(t)$, $\Psi(t)$ ищем в виде [4, 7]:

$$\Phi(z) = \Phi_0(z) + \Phi_1(z) + \Phi_2(z), \qquad \Psi(z) = \Psi_0(z) + \Psi_1(z) + \Psi_2(z), \quad (4)$$

$$\Phi_0(z) = \varphi'_0(z), \ \Psi_0(z) = \chi_0''(z),$$

$$\varphi_0(z) = \varphi_{01}(z) + \varphi_{10}(z), \ \chi_0(z) = \chi_{01}(z) + \chi_{10}(z), \quad \varphi_{01}(z) = A_1 z + A_2 z^3 + A_0\xi(z) - \alpha_2\lambda^2\zeta(z), \quad (5)$$

$$\chi_{01}(z) = B_0 + B_1 z^2 + B_2 z^4 - A_0\xi_*(z) - \beta_2\lambda^2 v(z) + \alpha_2\lambda^2\zeta_*(z), \ v(z) = \int\zeta(z)dz, \ \xi(z) = \int v(z)dz, \ \zeta_*(z) = -\int Q(z)dz,$$

$$\varphi_{01}(z) = i\tau_{xy}^{\infty} + i\sum_{k=1}^{\infty}\alpha_{2k+2}\frac{\lambda^{2k+2}}{(2k+1)!}\gamma^{(2k-1)}(z),$$

(6)

$$\chi_{10}(z) = \sum_{k=1}^{\infty}\beta_{2k+2}\frac{\lambda^{2k+2}}{(2k+1)!}\gamma^{(2k-2)}(z) - \sum_{k=1}^{\infty}\alpha_{2k+2}\frac{\lambda^{2k+2}}{(2k+1)!}Q^{(2k-1)}(z),$$

$$\Phi_1(z) = \frac{1}{2\pi i}\int_{L_1} g(t)\zeta(t-z)dt + A,$$

$$\Psi_1(z) = \frac{1}{2\pi i}\int_{L_1} g(t)[\zeta(t-z) + Q(t-z) - t\gamma(t-z)]dt + B, \quad (7)$$

$$\Phi_2(z) = \frac{1}{i\pi}\int_{L_2} g_1(t_1)\zeta(it_1 - z)dt_1 + A',$$

$$\Psi_2(z) = \frac{1}{i\pi}\int_{L_2} \left[\overline{g_{1(t_1)}}\zeta(it_1 - z) - [Q(it_1 - z) + it_1\gamma(it_1 - z)]g_1(t_1)\right]dt.$$

Здесь

$$\zeta(z) = \frac{1}{z} + \left[\frac{1}{z - P_{mn}} + \frac{1}{P_{mn}} + \frac{z}{P_{mn}^2}\right]; \quad \gamma(z) = \frac{1}{z^2} + \left[\frac{1}{(z - P_{mn})^2} - \frac{1}{P_{mn}^2}\right],$$

$$\frac{\gamma^{(2k)}(z)}{(2k+1)!} = \frac{1}{z^{2k+2}} + \frac{1}{(z - P_{mn})^{2k+2}} (k = 0, 1, 2, \dots),$$

$$Q(z) = \left[\frac{\bar{P}_{mn}}{(z - P_{mn})^2} - 2z\frac{\bar{P}_{mn}}{P_{mn}^3} - \frac{\bar{P}_{mn}}{P_{mn}^2}\right], \quad \frac{Q^{(k)}(z)}{(-1)^k(k+1)!} = \frac{\bar{P}_{mn}}{(z - P_{mn})^{k+2}} (k = 2, 3, \dots).$$

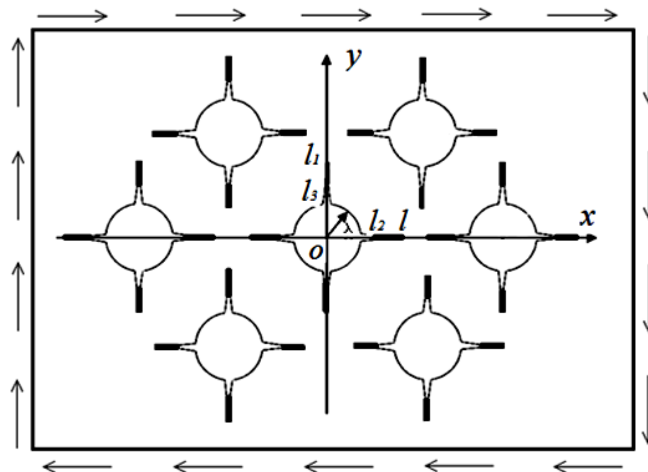


Рисунок 1. Расчетная схема задачи об изгибе пластины.

Интегралы в (7) берутся по линиям L_1 и L_2

$$L_1 = [-l, -\lambda] + [\lambda, l], \qquad L_2 = [-l_1, -\lambda] + [\lambda, l_1].$$

Приведем теперь зависимости, которым должны удовлетворять коэффициенты выражений (4) - (7). Из условий симметрии относительно координатных осей находим, что

$$Re\alpha_{2k} = Re\delta_1 = 0, \qquad (k = 1, 2, \dots).$$

Условие постоянства главного вектора всех сил, действующих на дугу, соединяющую две конгруэнтные точки в S, свойств функций $\gamma(z)$, $\zeta(z)$, $Q(z)$ в конгруэнтных точках приводит к соотношениям

$$A - \bar{A} - \bar{B} = -\frac{1}{\omega_1}\left[\left(\overline{\delta_1} - \delta_1\right)b - \alpha_2\lambda^2(\delta_1 - \overline{\gamma_1}) + \beta_2\lambda^2\delta_1\right];$$

$$b = \frac{1}{2\pi i}\int_L tg(t)dt.$$

Из системы (7) определяются A и B, причем величины A и B вещественны. Каждую из постоянных A и B в дальнейшем удобно представить в виде суммы двух постоянных $A = A_* + A_{**}$, $B = B_* + B_{**}$ из которых A_{**} и B_{**} зависят от коэффициентов α_2, β_2 т.е. они находятся из системы (1.4.7) в предположении, что $b=0$.

Решение краевой задачи. Неизвестная функция $g(x)$и постоянные α_{2k+2}, β_{2k+2} должны быть определены из краевых условий (4) – (7).

Для составления уравнений относительно коэффициентов α_{2k}и β_{2k} функций $\Phi_1(z)$ и $\Psi_1(z)$представим граничное условие (1) в виде

$$\Phi_1(\tau) + \overline{\Phi_1(\tau)} - e^{2i\theta}\left[\bar{\tau}\Phi_1'(\tau) + \Psi_1(\tau)\right] = f_2(\theta), \tag{8}$$

где

$$f_2(\theta) = -\Phi_2(\tau) - \overline{\Phi_2(\tau)} - e^{2i\theta}\left[\bar{\tau}\Phi_2'(\tau) + \Psi_2(\tau)\right]. \tag{9}$$

Относительно функции $f_2(\theta)$ будем считать, что она разлагается на $|\tau| = \lambda$ в ряд Фурье. В силу симметрии этот ряд имеет вид

$$f_2(\theta) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_{2k}e^{2ki\theta}, \qquad ReA_{2k} = 0, \tag{10}$$

$$A_{2k} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f_2 e^{-2ki\theta}d\theta, \quad (k = 0, \pm1, \pm2, \dots).$$

Подставив сюда выражение (9) и поменяв порядок интегрирования, после вычисления интегралов с помощью теории вычетов, найдем

$$A_0 = 2A - \frac{1}{2\pi}\int_L g(t)f_0(t)dt, \qquad A_2 = B + \frac{1}{2\pi}\int_L g(t)f_2(t)dt,$$

$$A_{2k} = \frac{1}{2\pi}\int_L g(t)f_{2k}(t)dt, \qquad (k = -1, \pm2, \dots,),$$

$$f_0(t) = 2\zeta(t); \quad f_2(t) = \frac{\lambda^2}{2}\gamma'(t) + t\,\gamma(t) - \zeta(t) - Q(t),$$

$$f_{2k}(t) = \frac{(2k-1)!}{(2k)!}\lambda^{2k}\gamma^{(2k-1)}(t) + \frac{\lambda^{2k-2}}{(2k-2)!}\left[\gamma^{(2k-3)}(t) - Q^{(2k-2)}(t) + t\gamma^{(2k-2)}(t)\right], (k = 2, 3, \dots),$$



$$f_{-2k}(t) = -\frac{\lambda^{2k}}{(2k)!}\gamma^{(2k-1)}(t), \ \ (k = 1,2,\dots),$$

Подставив в левую часть краевого условия (8) вместо $\Phi_1(\tau)$, $\overline{\Phi_1(\tau)}$, $\Phi_1'(\tau)$ и $\Psi_1(\tau)$ их разложения в ряды Лорана в окрестности $z = 0$, а в правую часть (8) вместо $f_2(\theta)$ ряд Фурье (10) и сравнив коэффициенты при одинаковых степенях $exp(i\theta)$, получим бесконечные системы алгебраических уравнений относительно коэффициентов

$$i\sum_{j=0}^{\infty}(2j+2)S_{0,j}\lambda^{2j+2}\alpha_{2j+2} - i\sum_{j=0}^{\infty} r_{0,j}\lambda^{2j+2}\beta_{2j+2}, \qquad (11)$$

$$-i\sum_{j=0}^{\infty} 2\lambda^2 r_{1,j}\lambda^{2j+2}\alpha_{2j+2} - i\tau_{xy}^{\infty} = A_2,$$

$$i2k\alpha_{2k} - i\beta_{2k+2} = A_{-2k},$$

$$i\sum_{j=0}^{\infty}(2j+2)\lambda^{2j+2}S_{k-1,j}\lambda^{2k-2}\alpha_{2j+2} - i\sum_{j=0}^{\infty} r_{k,j}\lambda^{2j+2}\alpha_{2j+2}.$$

$$2k\lambda^{2k} - i\sum_{j=0}^{\infty}\lambda^{2k-2}r_{k-1,j}\lambda^{2j+2}\beta_{2j+2} = A_{2k}.$$

Здесь

$$r_{k,j} = \frac{(2k+2j+1)g_{k+j+1}}{(2k)!(2j+1)!2^{2k+2j+2}}; \quad r_{0,0}, \quad g_{k+j+1} = \sum_{mn}' \frac{1}{T^{2k+2j+2}}, \quad T = \frac{1}{2}P_{mn},$$

$$S_{j,k} = \frac{(2j+2k+2)!\rho_{j+k+1}}{(2j)!(2k+2)!2^{2j+2k+2}}, \qquad S_{0,0} = 0, \qquad \rho_k = \sum_{m,n}' \frac{\bar{T}}{T^{2k+1}}.$$

Требуя, чтобы функции (4) удовлетворяли краевому условию на берегу разреза L_1, L_2 получаем сингулярное интегральное уравнение относительно $g(x)$:

$$\frac{1}{2i\pi}\int_L g(t)\zeta(t-x)dt - \frac{1}{2i\pi}\int_L \overline{g(t)}\,\zeta(t-x)dt = \tau_s, \qquad (12)$$

$$\frac{1}{2i\pi}\int_L \overline{g(t)}\,[\zeta(t-x) + Q(t-x) - (t-x)\gamma(t)]dt - A + \bar{A} + \bar{B} + x\Phi_1'(x) + \Psi(x) = \tau_s, \qquad (13)$$

Сингулярные интегральные уравнения (12), (13) и алгебраические системы (11) являются основными уравнениями задачи, позволяющими определить функцию $g(x)$ и коэффициенты α_{2k}, β_{2k}.

Зная функции $g(x)$, $\Phi_1(z)$ и $\Psi_1(z)$, можно найти напряженно– деформированное состояние перфорированной пластины. В механике хрупкого разрушения [14, 16, 17] особый интерес представляет коэффициент интенсивности напряжений в окрестности конца трещины. В рассматриваемом случае трещина одним концом $x = \lambda$ выходит на поверхность кругового отверстия, свободного от внешних усилий. В этом случае напряжения в кончике $x = \lambda$ ограничены и имеют известную особенность на другом конце $x = l$. В частности, для коэффициента интенсивности напряжений iK_{II} у вершины трещины на концах $x = \pm l$ будем иметь формулу

$$iK_{II} = \lim_{x\to l}\left[\sqrt{2\pi|x-l|}g(x)\right] \quad (14)$$

Функция $g(x)$ ограничена в окрестности $x = \pm\lambda$ и имеет сингулярность порядка $1/2$ в окрестности $x = \pm l$.

Развитие трещины определяется некоторым дополнительным условием, задаваемым в кончике трещины. Для линейно–упругого тела таким условием является локальный критерий разрушения Гриффитса–Ирвина $K_{II} = K_{IIc}$ ($K_{IIc} -$ постоянная, характеризующая сопротивление материала распространению в нем трещин). Это условие позволяет определить величину предельного (критического) значения внешних усилий.

Воспользовавшись разложениями $\gamma(z)$, $\zeta(z)$, $Q(z)$ в основном параллелограмме периодов

$$\gamma(z) = \frac{1}{z^2} + \sum_{j=1}^{\infty} g_{j+1}\frac{(2j+1)z^{2j}}{2^{2j+2}}, \qquad \zeta(z) = \frac{1}{z} - \sum_{j=1}^{\infty} g_{j+1}\frac{z^{2j+1}}{2^{2j+2}},$$

$$Q(z) = \sum_{j=1}^{\infty}\rho_{j+1}\frac{(2j+1)z^{2j+1}}{2^{2j+2}},$$

$$g_k = \sum\nolimits'_{m,n}\frac{1}{T^{2k}};\ \rho_k = \sum\nolimits'_{m,n}\frac{T}{T^{2k+1}};\ T = \frac{1}{2}P_{m,n};\ (m,n = 0,\pm1,\pm2,\quad \dots;\ k = 2,3,\dots).$$

Уравнение (12) после некоторых простых преобразований приведем к виду

$$\frac{1}{\pi}\int_L \frac{P(\xi)d\xi}{\xi-\xi_0} + \frac{1}{\pi}\int_L P(\xi)\,K_0(\xi-\xi_0)d\xi + H(\xi_0) = \tau_s, \quad (15)$$

$$P(\xi) = g(t);\ t = \xi l, \qquad x = \xi_0 l, \qquad \lambda_1 = \frac{\lambda}{l}, \qquad K_0(\xi) = K_*(\xi) - K(\xi),$$

$$K(\xi) = \sum_{j=0}^{\infty} K_j\left(\frac{l}{2}\right)^{2j+2}\xi^{2j+2},\ K_* = \omega_1 Re\delta_1,\ K_*(\xi) = \sum_{j=0}^{\infty} K_j^*\left(\frac{l}{2}\right)^{2j+2}\xi^{2j+2},\ K_j = g_{j+1},$$

$$K_o = \frac{\omega_1}{2}(\bar{\nu_1} + \bar{\delta_1});\ \ K_j^* = (j+1)(\rho_{j+1} - g_{j+1});\ \ (j = 1,2,\dots),$$

$$H(\xi_0) = \frac{1}{\omega_1}\left[\alpha_2\lambda^2(\delta_1 - \bar{\gamma_1}) - \beta_2\lambda^2\bar{\delta_1}\right] + \xi_0 l\Phi_1'(\xi_0 l) + \Psi_1(\xi_0 l).$$

Учитывая $P(\xi) = -P(-\xi)$, уравнение (15) принимает вид

$$\frac{2}{\pi}\int_{\lambda_1}^{1}\frac{\xi P(\xi)d\xi}{\xi^2-\xi_0^2} + \frac{1}{\pi}\int_{\lambda_1}^{1} K_0^*(\xi,\xi_0)P(\xi)d\xi + H(\xi_0) = \tau_s, \quad (16)$$

$$K_0^*(\xi,\xi_0) = K(\xi-\xi_0) + K_0(\xi+\xi_0),\ \ \lambda_1 \le \xi_0 \le 1.$$

Преобразуем уравнение (16) к виду, более удобному, для нахождения его приближенного решения. Для этого сделаем замену переменных

$$\xi^2 = u = \frac{1-\lambda_1^2}{2}(\tau+1) + \lambda_1^2, \quad (17)$$



$$\xi_0^2 = u_0 = \frac{1-\lambda_1^2}{2}(\eta+1)+\lambda_1^2.$$

При этом отрезок интегрирования $[\ \lambda_1, 1\ ]$ переходит в отрезок $[\ -1, 1\ ]$, а преобразованное уравнение (16) принимает стандартную форму

$$\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1}\frac{P(\tau)d\tau}{\tau-\eta}+\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1}P(\tau)B(\eta,\ \tau)d\tau+H_{**}(\eta)=0, \qquad (18)$$

$$P(\tau)=P(\xi);\ \ H_{**}(\eta)=H_*(\xi_0),\ \ B(\eta,l)=\frac{1-\lambda_1^2}{2}\sum_{j=0}^{\infty}(K_j^*-K_j)\left(\frac{l}{2}\right)^{2j+2}U_0^j A_j,$$

$$A_j=\left[(2j+1)+\frac{(2j+1)(2j)(2j-1)}{1\cdot 2\cdot 3}\left(\frac{U}{U_0}\right)+\cdots + \frac{(2j+1)(2j)(2j-1)\ldots[(2j+1)-(2j+1-1)]}{1\cdot 2\cdot 3\cdot\ldots\cdot(2j+1)}\left(\frac{U}{U_0}\right)^j\right],$$

$$U=\frac{1-\lambda_1^2}{2}(\tau+1)+\lambda_1^2,\qquad U_0=\frac{1-\lambda_1^2}{2}(\eta+1)+\lambda_1^2,\qquad \lambda_1=\frac{\lambda}{l}.$$

Сингулярное интегральное уравнение обычное регулируют по Карлеману – Векуа путем сведения его к уравнению Фредгольма. Однако при решении задач, представляющих интерес для приложений, провидимому, целесообразнее воспользоваться одним из способов прямого решения сингулярных уравнений [15]. Решение представим в виде

$$p(\tau)=\frac{p_0(\tau)}{\sqrt{1-\eta^2}}. \qquad (19)$$

Здесь $p_0(\tau)$ непрерывна по Гельдеру на [–1,1], причем функция $p_0(\eta)$ заменяется интерполяционным полиномом Лагранжа, построенным по чебышевским узлам

$$L_n[P_o,\eta]=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(-1)^{k+1}P_k^0\frac{cosn\theta\cdot sin\theta_k}{cos\theta-cos\theta_k},\quad \eta=cos\theta, \qquad (20)$$

$$P_k^0=P_0(\eta_k),\quad \eta_m=cos\theta_m,\quad \theta_m=\frac{2m-1}{2n}\pi,\quad (m=1,2,3,\ldots,n).$$

Используя (23), соотношения [14]

$$\frac{1}{\pi}\int\frac{cosn\tau d\tau}{cos\tau-cos\theta}=\frac{sinn\theta}{sin\theta};\quad (0\le\theta\le\pi),$$

$$\int_{-1}^{1}\frac{F(x)dx}{\sqrt{1-x^2}}=\frac{\pi}{n}\sum_{\nu=1}^{n}F(cos\theta_\nu);\quad (m=1,2,\ldots).$$

а также выражения (16), (20), получаем квадратурные формулы

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-1}^{1}\frac{P(\tau)d\tau}{\tau-\eta}=\frac{1}{n\,sin\theta}\sum_{\nu=1}^{n}P_\nu^0\sum_{m=0}^{n-1}\cos m\theta_\nu\sin m_\theta, \qquad (21)$$

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-1}^{1}P\,(\tau)B(\eta,\tau)d\tau=\frac{1}{2n}\sum_{\nu=1}^{n}P_\nu^0B(\eta_\nu,\tau_\nu);\quad \tau_\nu=\eta_\nu, \tag{22}$$

$$A_{2k}=\frac{1-\lambda_1^2}{2}\frac{1}{2n}\sum_{\nu=1}^{n}P_\nu^0f_{2k}^*(\tau_\nu),$$

$$f_{2k}^*(\tau)=f_{2k}^*(\xi^2),\qquad \xi f_{2k}(\xi^2)=lf_{2k}(t).$$

Формулы (21), (22) позволяют заменить основные уравнения бесконечной системой линейной алгебраических уравнений относительно приближенных значений P_ν^0 искомой функции в узловых точках, а также коэффициентов α_{2k},β_{2k}.

После некоторых выкладок сингулярное уравнение заменяется следующей системой:

$$\sum_{\nu=1}^{n}a_{m\nu}P_\nu^o+\frac{1}{2}H_{**}(\eta_m)=0,\ \ (m=1,2,\dots,n), \tag{23}$$

$$a_{m\nu}=\frac{1}{2n}\left[\frac{1}{\sin\theta_m}ctg\frac{\theta_m+(-1)^{|m-\nu|}}{2}+B(\eta_m,\tau_\nu)\right],\ \ \tau_m=\eta_m.$$

К полученным уравнениям необходимо добавить следующее алгебраическое уравнение

$$\sum_{\nu=1}^{n}(-1)^{\nu+n}P_\nu^0\,tg\frac{\theta_\nu}{2}=0, \tag{24}$$

обеспечивающее конечность напряжений в точке $x=\pm\lambda$ (точнее равенство нуля коэффициента интенсивности напряжений в смысле (14)).

Система (21)–(22) является связанной (замыкается) бесконечными системами (11). Отмеченные три системы полностью определяют решение задачи.

После определения значений P_ν^0 коэффициент интенсивности напряжений iK_{II} определится на основании (14), (20), (22), (23) следующим соотношением:

$$K_{II}=\sqrt{\pi l(1-\lambda_1^2)}\frac{1}{2n}\sum_{\nu=1}^{n}(-1)^\nu\,P_\nu^0ctg\frac{\theta_\nu}{2}. \tag{25}$$

Анализ решения: Для численных расчетов были взяты случаи расположения отверстий в вершинах треугольной $h=1,\ \alpha={}^{\pi}/_{3}$ и квадратной $h=1,\ \alpha={}^{\pi}/_{2}$ сеток. Расчеты были выполнены на компьютере ЭВМ по программе МАТЛАБ. Найденные системы решались методом Гаусса с выбором главного элемента для разных значений порядка n ($n-$ число чебышевских узлов разбиения интервала) в зависимости от расстояния межу отверстиями.

На рис. 2 для треугольной решетки представлены результаты расчетов критической (предельной) нагрузки $\tau_*=\tau_{xy}^\infty\sqrt{\omega_1}/K_{IIc}$ в зависимости от длины трещины ($l_*=(l-\lambda)/l$) для некоторых значений радиуса отверстия $\lambda=0{,}2;0{,}3;0{,}4;0{,}5;0{,}6$ (кривые 1 – 5).



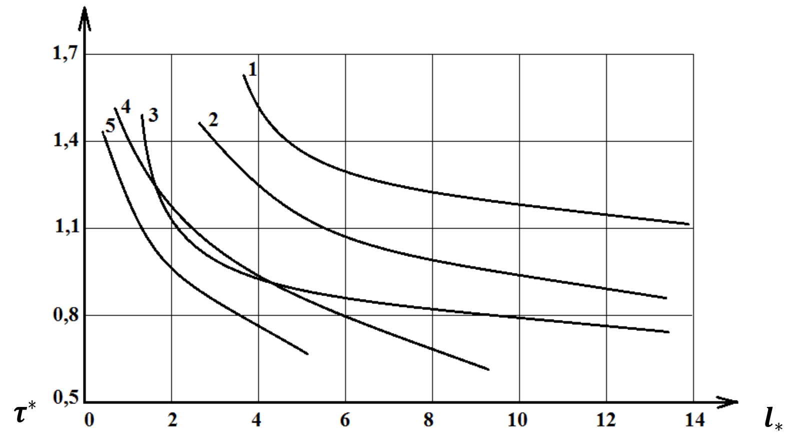


Рисунок 2. Зависимости критической нагрузки $\tau^* = \tau_y^\infty \sqrt{\omega_1}/K_{III\,c}$ от длины трещины $l_* = (l-\lambda)/l$ для некоторых значений радиуса отверстия $\lambda = 0{,}2;\ 0{,}3;\ 0{,}4;\ 0{,}5;\ 0{,}6$ (кривые 1–5)

На рисунок 3 аналогичная зависимость представлена для квадратной решетки.

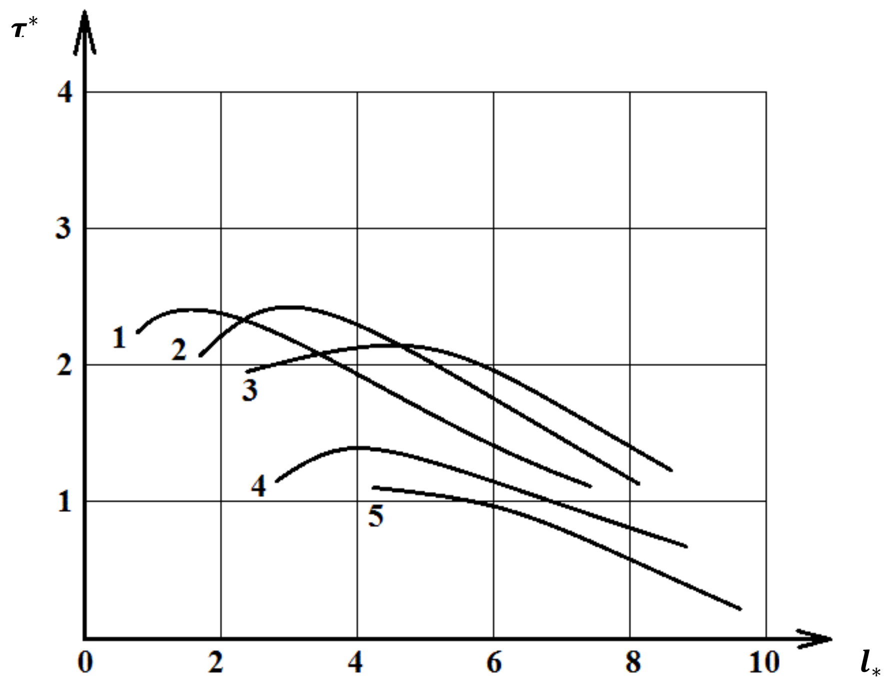


Рисунок 3. Зависимости критической нагрузки $\tau^* = \tau_y^\infty \sqrt{\omega_1}/K_{III\,c}$ от длины трещины $l_* = (l-\lambda)/l$ для некоторых значений радиуса отверстия $\lambda = 0{,}2;\ 0{,}3;\ 0{,}4;\ 0{,}5;\ 0{,}6$ (кривые 1–5)

В таблице 1 приведены результаты расчетов коэффициентов интенсивности напряжений (в числителе приводятся результаты для квадратной решетки, а в знаменателе для треугольной решетки).

Таблица 1.

l \ λ	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,25	0,584 / 0,265				
0,30	0,712 / 0,283				
0,35	0,836 / 0,318	0,887 / 0,514			
0,40	0.951 / 0,387	1,125 / 0,732			
0,45	1,082 / 0,358	1,143 / 0,781	1,551 / 0,962		
0,50	1,263 / 0,371	1,286 / 1,249	1,834 / 1,136		
0,55	1,325 / 0,396	1,428 / 1,237	2,263 / 1,287	2,432 / 1,657	
0,60	1,447 / 0,419	1,569 / 1,661	2,629 / 1,461	2,795 / 1,941	
0,65	1,562 / 0,438	1,712 / 2,263	3,264 / 1,886	3,864 / 1,513	3,925 / 2,371
0,70	0,651 / 0,585	2,787 / 4,864	3,422 / 4,128	4,996 / 4,938	4,864 / 4,718
0,75	1,624 / 0,452	1,625 / 1,461	2,679 / 1,713	2,359 / 1,871	2,486 / 1,653
0,80	1,837 / 0,653	1,832 / 1,560	2,835 / 2,647	2,582 / 2,193	2,617 / 1,824
0,85	2,318 / 0,721	2,363 / 1,787	2,571 / 2,426	2,694 / 2,376	2,151 / 2,165
0,90	2,436 / 0,862	2,416 / 1,479	2,318 / 2,145	2,245 / 2,123	2,342 / 2,238

Выводы: Для определения предельного (критического) уровня внешних нагрузок используем в качестве критерия локального хрупкого разрушения критерий критического раскрытия трещины (КРТ). Согласно этому критерию трещина начнет развивается как только ее раскрытие в вершине достигнет предельного для данного материала при заданных условиях значения δ_{IIc}.

Решая уравнение (11) совместно с нелинейной системой алгебраических уравнений (23), (24), (25), найдем зависимость внешней нагрузки от длины трещины (диаграмму разрушения), размеры зон пред разрушения, значения искомой функции P_k^0 $(k = 1,2,\ldots,n)$ и коэффициенте α_{2k}. При этом в уравнении (18) интеграл заменяется квадратурной формулой с заранее предписанными узлами.



ЛИТЕРАТУРА

1. М.П. Саврук. Двумерные задачи упругости для тел с трещинами. Киев: Наукова думка, 1981.
2. Г.И. Баренблатт, Г.П. Черепанов. О хрупких трещинах продольного сдвига. Прикладная математика и механика, 1961, т. 25, № 6, 1110-1119.
3. Э.И. Григолюк, Л.А. Фильштинский. Перфорированные пластины и оболочки. М.: Наука, 1970.
4. Мирсалимов В.М. Зарождение дефекта типа трещины во втулке контактной пары //Математическое моделирование, т. 17, №2, 2005.–С. 35– 45.
5. Дж. Иоване, М.А. Сумбатян. Периодическая система коллинеарных трещин в упругой пористой среде // Механика твердого тела, 2009, № 3, 79-88.
6. А.С. Лермонтова, Ю.Л. Ребецкий. Исследование взаимодействия трещин сдвига на основе приближенного аналитического решения задачи теории упругости // Geodynamics & Tectonophysics, 2012, v. 3, № 3, 239-274.
7. мамедов А.Т., Мехтиев Р.К.Моделирование волокнистого композита, армированного
однонаправленными ортотропными волокнами, ослабленного прямолинейными трещинами при продольном сдвиге / мамедов А.Т., Мехтиев Р.К.//Механика композиционных материалов и конструкций. октябрь – декабрь 2017, ТОМ 23, № 4 стр.579 – 591
8. Мехтиев Р.К. Трещины в композите, армированном однонаправленными ортотропными волокнами при продольном сдвиге // Молодой учёный. Международный научный журнал, 2017, № 46(180), 63-73
9. Vaghari A. R. Nucleation of cracks in a perforated heart–releasing material with temperature–dependent elastic properties / A. R. Vaghari, V.M. Mirsalimov // J. Appl. Mech. Tech. Phys.–2012.–Vol. 53, № 7.–P. 589–598.
10. Мехтиев Р.К. Продольный сдвиг тел со сложной структурой ослабленной прямолинейными трещинами /Р.К. Мехтиев//Строительная механика и расчет сооружений issn 0039–2383 № 5 2017. стр. 69 – 72.
11. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мусхелишвили.–М.: Наука. 1966.–707 с.
12. Мирсалимов В. М. Неодномерные упругопластические задачи /В. М. Мирсалимов – М.: Наука. 1987.–256 с.
13. В.М. Мирсалимов. Взаимодействие периодической системы упругих включений и
прямолинейных трещин в изотропной среде // Журн. прикл. механики и техн. физики, 1978, № 1, 164-174
14. Ladopoulos E. G. Singular integral Equations, Linear and Non-Linear Theory and its Applications in Science and Engineering / E. G. Ladopoulos. – New York, Berlin: Springer Verlag. 2000. – 547 p.
15. Каландия А.И. Математические методы двумерной упругости.–М. Наука, 1973, 303 с.

ETM

16. Гольдштейн Р. В. Моделирование трещиностойкости композиционных материалов. / Р.В.
17. Гольдштейн, М.Н. Перельмутер // Вычисл. механика сплошных сред.–2009.–Т. 2, № 2.–С. 22–39.
18. Черепанов Г.П. Механика разрушения композиционных материалов.–М.: Наука, 1983, 296 с.

ELASTOPLASTIC PROBLEM FOR PERFORATED PLATE IN TRANSVERSE SHEAR

[1]Rafail Mehdiyev, [2]Alekber Mehdiyev, [3]Rustam Mammadov

[1]Associate Professor, Department of General and Applied Mathematics, Azerbaijan State Oil and Industry University, PhD in Physics and Mathematics, Azerbaijan. E-mail: rafail60mehtiyev@mail.ru

[2]Associate Professor, Department of General and Applied Mathematics, Azerbaijan State Oil and Industry University, PhD in Physics and Mathematics, Azerbaijan. E-mail: mehdiyevalekber@mail.ru

[3]PhD in metallurgy, Azerbaijan Technical University, Azerbaijan. E-mail: mr.asa.holding@gmail.com

ABSCTACT

A solution is given to the problem of transverse shear of a thin plate clamped along the edges of the holes and weakened by a doubly periodic system of rectilinear through cracks with plastic end zones collinear to the abscissa and ordinate axes of unequal length. General representations of solutions are constructed that describe the class of problems with a doubly periodic stress distribution outside circular holes and rectilinear cracks with end zones of plastic deformations. Satisfying the boundary conditions, the solution of the problem of the theory of shear plates is reduced to two infinite systems of algebraic equations and two singular integral equations. Then each singular integral equation is reduced to a finite system of linear algebraic equations.

Keywords: perforated thin plate, straight cracks with end zones, transverse bending, plastic deformation zones.



TƏKMİLƏŞDİRİLMİŞ SİYİRTMƏ KONSTRUKSİYASININ DAYANIQLIĞININ TƏDQİQİ

[1]Camaladdin Aslanov, [2]Niyaz Zeynalov

[1]Kafedra müdiri, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika üzrə fəlsəfə doktoru, Azərbaycan. E-mail: camaladdin.aslanov@asoiu.edu.az

[2]Assistent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dissertant, Azərbaycan. E-mail: niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

ZMS tipli yeni siyirtmə konstruksiyasının kipləndirməyə və sıyrılmaya dayanıqlıq məsələlərinə baxılmışdır. Təkmilləşdirilmiş siyirtmənin tıxayıcı düyünündə yaranan nisbi təzyiqin təyin olunması üçün analitik ifadə alınmışdır. Siyirtmənin kipliyinin təyin olunması və sıyrılmaya dayanıqlıq şərti yoxlanmışdır. Yeni siyirtmə konstruksiyası "NEFTQAZMAŞ ASC"-də sınağa uğradılmış və sınaq nəticəsində məlum olmuşdurki, yeni siyirtmə bu şərtləri tam ödəyir.

Açar sözlər: siyitmə, nisbi təzyiq, kipləndirmə, təkmilləşdirilmiş, ZMS, sıyrılmaya dayanıqlıq.

Problemin aktuallığı: Fontan armaturunun kompleksinə daxil olan və armaturunun əsas elementi sayılan qurğu siyirtmədir. Bağlayıcı quruluş sayılan siyirtmənin davamlı olaraq işləməsi armaturun etibarlılığını təmin edir.

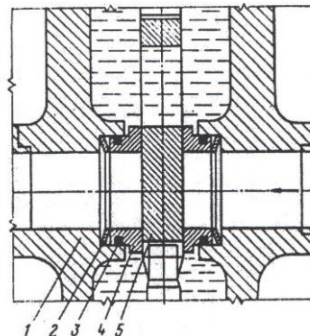
Hal–hazırda respublikada neft və qaz sektorunda hər il 1500-1600 ədəd siyirtmə hazırlanıb istifadə olunur. Siyirtmələr hazırlanarkən onların material sərfini minimuma qədər azaltmaq, siyirtmənin təmirə yararlığını təmin etmək, bağlayıcı quruluşların etibarlılığını yüksəltmək, siyirtmənin tıxayıcı düyünündə iş qabiliyyətliyini artırmaq kompleks üçün çox vacib, mühüm məsələdir.

Azərbaycan Respublikasında istehsal olunan siyirtmələr TŞ 26-16-45-77 sənədində verilən gostəricilərə, texniki şərtlərə və tələblərə uyğun hazırlanmalıdır. Siyirtmələrin layihələndirilməsi AzİNMAŞ-da, Neft Qaz Maş və Bakı Neft mədən və Səttarxan adına maşınqayırma zavodlarında aparılır. Siyirtmələr əl ilə idarə olunan, hidrointiqallı, pnevmointiqallı olmaqla idarə olunmalarına görə qruplara bölünür.

Haqqında danışacağımız ZMS və ZMAD tipli siyirtmələr yüksək təzyiq altında əsasən də neft–qaz sənayesində işlədilən fontan armaturunun bağlayıcı quruluşlarının ən məhsul düyünlərindən biridir. Siyirtmələr yüksək təzyiq altında işləyən bağlayıcı quruluşların sənayedə ən geniş yayılmış növüdür. Bu tip siyirtmələr əsasən yüksək təzyiq altında və üstəlik aqressiv mühit şəraitində işləyən fontan armaturu və manifoldların üzərində quraşdırmaqla, əsasən ЗМС, ЗМ, ЗМАД tiplərinə bölünür. Baxdığımızda tıxayıcı düyünün təsnifat sxeminin analizindən görürük ki, bura kranlar və siyirtmələr daxildir. Siyirtmələr isə müstəvi sipərli və pazvari şəkildə olmaqla qruplaşdırılır[2, 5].

Yəni, siyirtmənin açıq vəziyyətində sipərin mayenin təsirindən yuyularaq yeyilməsi, burulğanların yaranması və s. kimi çatışmayan hallarla bəzən qarşılaşırıq. Belə siyirtmələrin kiplik effekti–kipliyi yüksək olur, lakin uzunömürlülüyü aşağıdır. Əlavə olaraq bu

siyirtmələrin istehsal səviyyəsinin aşağı olmasının əsas səbəblərindən biri də onların hazırlanma və təmir texnologiyasının çətin olmasıdır
ZMS tipli siyirtmələr yüksək təzyiq altında əsasən də neft–qaz sənayesində işlədilən fontan armaturunun bağlayıcı quruluşlarının ən məhsul düyünlərindən biridir. Bu tip siyirtmələr əsasən yüksək təzyiq altında və aqressiv mühit şəraitində işləyən fontan armaturu və manifoldların üzərində quraşdırmaqla işlədilirlər (şəkil1). Bu tip siyirtmələr müstəvi və pazvari sipərli şəkildə olmaqla qruplaşdırılır[2].
Baxdığımız konstruksiyada kiplik çıxışda təmin olunur. İşçi məhsul siyirtməyə daxil olur və bundan sonra girişdəki lövhə təzyiqin təsirindən konstruksiyada olan yanaqdan ayrılır, və beləliklə təzyiq gövdəyə düşür. Əgər konstruksiyanın çıxış lövhəsi baxdığımız silindrik yayın təsirindən yanağa sıxılmışdırsa, işçi məhsul orada ona daha da çox təzyiq göstərərək tam kiplik yaradır.
Siyirtmənin gövdələri əsasən tökmə, tökmə-qaynaq, ştamp-qaynaq üsulları vasitəsi ilə hazırlanır. Ştamplama üsulu ilə hazırlanan siyirtmənin gövdələri yüksək təzyiq altında işlənir. Tökmə üsulu ilə hazırlanan gövdələrin tərkibi 0,3-0,4 % karbonlu poladdan ibarətdir. Yüksək təzyiq altında işləyən siyirtmələrin gövdələrinin tərkibi molibden, nikel olan legirlənmiş polad, marqans, xromdan ibarət olur. Ştamplama üsuldan hətda gövdələrin flənslərini hazırlamaqda da istifadə edilir. Bunun üçün isə material olaraq adi karbonlu polad və ya 40X markalı poladdan istifadə olunur.



Şəkil 1. Mövcud siyirtmənin tıxayıcı düyününün görünüşü
1-gövdə; 2-nimçavi yay; 3-rezin halqa; 4 -yəhər; 5 – şiber (sipər).

Siyirtmələrin işqabiliyyətliyinin itrilməsinin əsas səbəbi onun tıxac düyününün sipər – yəhər cütlüyünün yeyilməsidir. Bu cütlüyün yeyilməsinin əsas səbəbi:
1.Mexanizm işçi səthlərində qüvvələrin qeyri – bərabər paylanması;
2.Aqressiv və ya abraziv mühit şəraiti;
3.Hissə və düyünlərin materialının növü.
Fontan armaturlarının və onların siyirtmələrinin iş qabiliyyətliyini artırmaq üçün kiplik effekti artırılmalı, iş rejimi asandlaşdırılmalıdır. Bu məqsədlə əsas məsələ adı sadalanan siyirtmə konstruksiyalarının iş rejimi və şəraiti, düzgün material təminatıdır. Qeyd edilən siyirtmə prototipi əsasında yeni siyirtmə konstruksiyası təklif edilmişdir [1].

Tədqiqatın məqsədi: Təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyasının kipləndirməyə və təzyiqə davamlılığının yoxlanılması



Düzaxınlı siyirtmələrin konstruksiyasını dəyişməklə onun tıxayıcı düyününün işçi səthlərində nisbi təzyiqin bərabər paylanmasının təmin edilməsidir.
Siyirtməni konstruktiv həll edərək sipərin açılıb-bağlanması və şpindelin çıxışa hərəkətsizliyini təmin etmiş oluruq. Konstruksiyanın gediş qaykası T şəklində pazla sipərə birləşdirilir. Yəhər gövdənin yuvasında oturdulur. Şpindel isə öz növbəsində iki dayaq yastığı üzərində oturdulur. Konstruksiyada hazırlanmış nazimçarx tez sökülür. Nazimçarx vasitəsilə şpindelə ötürülən firlanma həyata keçirilir.
Təklif olunmuş [3] siyirtməsində tıxayıcı düyün dəyişdirilib və düyünə üzük də əlavə edilmişdir (Şək 2).



Şəkil 2. Hazırlanmış ZMS 65x35 tipli siyirtmənin ümumi görünüşü.

Bu siyirtmə konstruksiyası "NEFTQAZMAŞ ASC"-də sınağa uğradılmış və sınaq nəticəsində tıxayıcı düyündə nisbi təzyiqin bərabər paylanması təmin edilmişdir. Siyirtmənin tıxayıcı düyünündə yaranan nisbi təzyiqin qiymətini onun kipləndirməsinin təmin edilməsində əsas şərt olduğundan bu siyirtmə üçün nisbi təzyiqin hesanını aparaq[4,6].
Siyirtmənin tıxayıcısını təşkil edən şiber (sipər), yəhər, üzük, nimçəvari yay və s. hissələr quyudan çıxarılan mühitin təzyiqi altında işləyir. Bu hissələrin möhkəmliyə və sərtliyə hesabını aparaq. Sipəri çıxış tərəfdəki yəhərə sıxan qüvvə aşağıdakı düsturla təyin edilir

$$Q_{sıx}=\frac{\pi}{4}D_1^2P_i+Q_i+Q_{üzük}+Q_{yay} \quad (1)$$

Burada $Q_{sıx}$ – çıxış tərəfdəki sıxıcı qüvvə; Q_i – elastik kipləşdiricinin sıxıcı qüvvəsi; Q_{yay}- nimçəvari yayın elastik qüvvəsi; $Q_{üzük}$- üzüyün elastik qüvvəsi; D_1- yəhərin yan səthindəki qanovcuğun orta diametri,mm; P_i – mühitin işçi təzyiqidir, MPa ilə.
Tıxayıcının kipləşdirilən səthlərində mühitin çıxış tərəfində maksimum nisbi təzyiq [1]

$$Q_{sıx}=\frac{4Q_{sıx}}{\pi(D_{2-}^2-D_1^2)} \quad (2)$$

Burada D_1, D_2-müvafiq olaraq yəhərin xarici və daxili diametridir, mm.

$$q_{sıx}=\frac{\pi D_1^2P_i+4Q_i+4Q_{üzük}+4Q_{yay}}{\pi(D_2^2-D_1^2)} \quad (3)$$

burada Q_i-$Q_{üz}$-Q_{yay}–ın qiymətləri təcrübə nəticəsində təyin olunur.

Tıxayıcının (yəhər və şiberin) “metal-metal” səthinin kipliyinin təmin olunma və siyirtmənin davamlılıq şərti belədir:

$$q_k \leq q_{sıx} \leq q_s$$

Burada q_k – tıxayıcının səthində, mühitin verilmiş təzyiqində onun kipliyini təmin edən kontakt təzyiqin minimal miqdarıdır; eksperiment yolu ilə müəyyən edilir, MPa; q_s- tıxayıcının səthində onun siyirtməyə dayanıqlığını təmin edən kontakt təzyiqin maksimal miqdarıdır; eksperiment yolu ilə müəyyən edilir, MPa; q_s= 260MPa.
(3)-hesablamasından məlum olduki,

$$50MPa \leq 150MPa \leq 260MPa.$$

Alınan qiymətlərdən məlum olur ki, yeni siyirtmə üçün kiplik təmin olunur.

Nəticə: 1.Yeni siyirtmə konstruksiyası “NEFTQAZMAŞ ASC”-də sınağa uğradılmış və sınaq nəticəsində hazırlanan siyirtmədə təzyiqlərin bərabər paylanması şərtləri tam ödəyir.
2.Yeni siyirtmə konstruksiyasının tıxayıcı düyünündə yaranan nisbi təzyiqin hesablanması üçün emprik ifadə olunmuşdur.
3.Bu emprik ifadəyə əsasən yeni siyirtmənin tıxayıcı düyünündə yaranan nisbi təzyiq təyin edilmişdir.
Alınan qiymət əsasında siyirtmənin davamlılıq şərti yoxlanılmışdır. Yoxlamanın nəticəsi müsbətdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Aslanov C.N. və başqaları, Maşın qurğu və avadanlıqların layihələndirilməsi. Bakı 2020.
2. Асланов Джамаладдин Нураддин, Зейналов Нияз Алимуса Усовершенствование конструкции задвижек высокого давления. Международный центр научного сотрудничества «Наука и просвещение» ЛУЧШАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ 2018.сборник статей XVI Международного научно-исследовательского конкурса, состоявшегося 30 апреля 2018 г. в г. Пенза. МЦНС «НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ» 2018.,
3. Aslanov J.N. Valve, Useful model. State Standardization Metrology Agency for Patent, №2020 0018.2016
4. Aslanov J.N. Series produced by the shield-saddle bridge valves obstructive structures for improved wear resistance tested in pairs and strategy of the gate valves’ gates. Program methodology .AZİNMAŞ. Baki 2014.
5. Aslanov J.N., Mammadov KH.S. İncreasing improved plug valve’s efficiency. Science, Technology and Higher Education", Canada.2015
6. Aslanov J.N. Best calculation for stress held of sealinsargange ment from rubber-composition materials of wellheard equipment./Aslanov J.N.// Materials of the XII İnternational research and practicl conference. - Germany.:Vela Verlag Waodkcaiburg-Munich , 2015- p.p 31-34.

Tədqiqat işi Azərbaycan Respublikasının Prezident yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə dəstəyi ilə həyata keçirilib - Qrant No EIF-MQM-ETS-2020-1 (35) -08 / 04 /1-M-04



IMPROVED VALVE DESIGN SUSTAINABILITY RESEARCH

[1]Jamaladdin Aslanov, [2]Niyaz Zeynalov

[1]The head of the department, “Industrial machines” department, Azerbaijan State Oil and Industry University, doctor of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: camaladdin.aslanov@asoiu.edu.az

[2]Assistant, “Industrial machines” department, Azerbaijan State Oil and Industry University, dissertant, Azerbaijan. E-mail: niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az

ABSTRACT

The issues of tightness and abrasion resistance of the new design of the ZMS-type valve are considered. An analytical expression was obtained to determine the relative pressure generated across the check valve of the improved valve. Checked the condition of the valve tightness and abrasion resistance. The new valve design was tested at JSCO “NEFTGAZMASH”, and as a result of the tests it was found that the new valve fully complies with these conditions.

Keywords: leakage, relative pressure, seal, improved, ZMS, abrasion resistance.



EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

FERROMAQNIT ƏSASLI MAYELƏRLƏ BİTUMLU SÜXURLARIN NEFTDƏN TƏMİZLƏNMƏSİ İLƏ BAĞLI TƏCRÜBƏ- SINAQ İŞLƏRİNİN NƏTİCƏLƏRİ

Təranə Sadıqova
Assistent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan.
E-mail: tarana_sadiqova@mail.ru

XÜLASƏ

Bitumlu qumların tərkibindəki qalıq neftin ayrılması istiqamətində geniş tərkibli nəzəri tədqiqatlar, elmi-praktiki və müxtəlif xarakterli mühəndis işlərinin aparılmasına baxmayaraq problem öz aktuallığını saxlamaqdadır.
Məqalədə bu məqsədlə fiziki sahələrin təsiri ilə bitumlu qumlardan neftin ayrılması prosesinin təkmilləşdirilməsi məsələsinə baxılmışdır.
Açar sözlər: bitumlu qumlar, ferromaqnit əsaslı mayelər, maqnit və elektrik sahələri, neft verimi əmsalı.

Problemin aktuallığı: Azərbaycanda təsdiqlənmiş neft ehtiyatı 7,0 mlrd.barrel təşkil edir [1, 2]. Bununla yanaşı ölkədə kifayət qədər tərkibində neftlə zəngin olan bitumlu qum ehtiyatları vardır. Bitumlu qumlar (BQ) yüksək ağır neftlərə aid olub, yüksək sıxlığa və özlülüyə malik olmaqla, daha dərin emal tələb edən alternativ yanacaq mənbəyi hesab olunur [3, 4].
Son illərdə bitumlu qumlardan neftin ayrılmasında geniş tərkibli nəzəri tədqiqatlar, elmi-praktiki və müxtəlif xarakterli mühəndis işlərinin aparılmasına baxmayaraq problem öz aktuallığını saxlamaqdadır.
Neft elminin bu istiqaməti üzrə dünya şöhrətli alimlər-Akinşev İ.M., Anisimov B.V., Anistratov Y.İ., Boqolyubov B.P., Baybakov N.K., Kudinov V.İ., Zakirov S.N., Qoldberq İ.S., Burger J., Gupta S., o cümlədən Azərbaycan neft elmi məktəbinin yeri xüsusi önəm kəsb edir. Akademik A.Mirzəcanzadə, professorlar M.Bağırov, N.Məmmədtağızadə, Q.İsmayılov, S.Sanayev, Ə.Mustafayev, Ş.Məmmədov, A.Əzizov və digərləri bitumlu və neftlə çirklənmiş qumların emalı sahəsində fundamental tədqiqat işləri aparmış, ciddi elmi, elmi-praktiki nəticələr əldə etmişdirlər.
Neft və neft məhsullarının realoji xassələrinə fiziki sahələrin (maqnit, elektrik və s.) təsiri göstərilməklə məhsuldar yataqların verim əmsalının yüksəldilməsi texnologiyası Azərbaycanda akademik A.Mirzəcanzadə məktəbi tərəfindən XX əsrin ikinci yarısından müvəffəqiyyətlə tətbiq olunur [7, 8]. Bu istiqamətdə əsaslı elmi-tədqiqat işləri, neft məhsullarının realoji xassələrinin maqnit mayelərin tətbiqi ilə tənzimlənməsi, [5, 6]. Lakin bitumlu süxurlardan neftin ayrılması işində bu xarakterli elmi-tədqiqat işləri olduqca azdır.
İlkin olaraq FMM-nin hazırlanmasında dispers üsulunun tətbiqi ilə (Fe nano hissəciklərlə) hazırlanmış işçi mayelərdən istifadə etməklə aparılımış sınaqların müzakirəsinə baxaq.

İşin məqsədi: Bitumlu süxurların neftdən təmizlənməsi üçün işçi reagentin işlənməsi və sınaqların nəticələrinin müzakirəsi.

Tədqiqatların metodiki bazası: İşçi mayenin tərkibi aşağıdakı kimi qəbul olunmuşdur: dispers mühit mədən suyu, ferromaqnit faza qismində ölçüləri 50-100 nm olan dəmir (Fe) nano hissəcik və səth aktiv maddə qismində 5%-lik sulfanol məhlulu. Yüksək səviyyəli dispersliyin təmini ultrasəs qurğusunun köməyi ilə əldə edilmişdir. Maqnit sahəsinin gərginliyinin ölçülməsi üçün Kvazar şirkətinin istehsalı olan universal maqnitometrdən istifadə edilmişdir.

İşçi mayenin hazırlanması şəkil 1-də göstərilən laboratoriya qurğusunda yerinə yetirilmişdir. Eksperimentlərin icrası xüsusi labotatoriya qurğusunda (əsası diamaqnit borudan ibarət olan və daimi maqnitlərlə təchiz olunmuş) aparılmışdır. Burada elektrik maqnitləri ilə yaradılmış elektrik sahəsinin gərginliyi $48 \cdot 10^3$ A/m təşkil etmişdir, onun qiyməti tesloampermetrin köməyi ilə ölçülmüşdür. Eksperimentlərin gedişində sistemdə temperatur daimi saxlanılmışdır, lakin üç müxtəlif rejimdə: T= 20°C, 25°C və 30°C şəraitində aparılmışdır.

Eksperimentlər iki mərhələdə: süxurun neft veriminin maqnit sahəsinin təsiri olmadıqda və olduqda müəyyən olunmuşdur. Bunlardan əvvəl işçi mayenin realoji parametrlərinin tədqiqi aparılmışdır.



Şəkil 1. Nanoəsaslı ferromaqnit işçi mayelərin alınması üçün laboratoriya qurğusu.

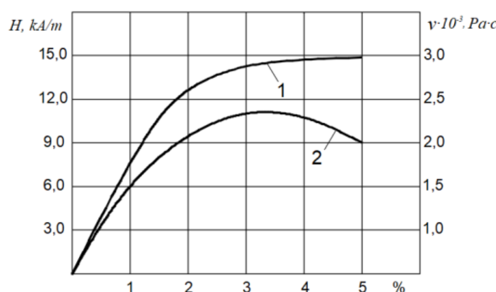
İşçi mayenin realoji parametrlərinin tədqiqinin nəticələri: Alınmış işci mayenin reoloji tədqiqatlarının nəticələri ilə müəyyən edilmişdir ki, qeyri-nyuton xarakterli bu mayelərdə emal prosesinə təsir göstərən amil maqnit effektdir və o maqnitləmə (M, A/m), eləcə də maqnit sahəsinin gərginlik göstəricisi (H, A/m) parametrləri ilə xarakterizə olunur [206, s.424-430]. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, hər iki faktor ferrohissəciklərin ölçü və konsentrasiyasından asılı olaraq dəyişirlər. Bu istiqamətdə aparılmış tədqiqatların nəticələri cədvəl 16-da verilmişdir.

Cədvəl 1-in təhlilindən göründüyü kimi FMM-nin tərkibində maqnit fazasının konsentrasiyasının dəyişməsi maqnit sahəsinin gərginliyi (H) və dinamiki özlülüyə (ν) müxtəlif xarakterli təsir edir. Belə ki, tədqiq olunan işçi maye tərkibində dəmir nanohissəciklərin miqdarının optimal qiyməti 2,85-3,15 sərhədlərinə özünü biruzə verir.

Cədvəl 1. Tədqiqatların nəticələri

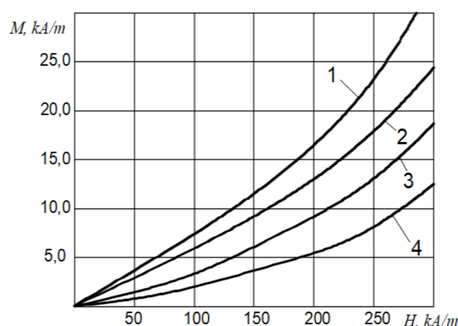
İşçi mayenin tərkibində maqnitin həcmi, %	Mayenin sıxlığı, kq/m^3	Dinamiki özlülük,Pa·c	Maqnit doyumu, kA/m
1	925,4	0,0022	6,77
2	930,3	0,0029	12,10
3	960,1	0,0031	14,11
4	965,3	0,0027	13,96
5	968,7	0,0020	13,90

Bu qiymətlərdən sonrakı artım maqnit sahəsinin gərginliyinin qiymətində stabilləşmənin baş verdiyi müşahidə olunur. Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, işçi maye tərkibində dəmir nanohissəciklərin miqdarının dəyişməsi nəticəsində (3%-ə qədər) dinamiki özlülük maksimum həddə çatır. Sonrakı artım maqnit sahəsinin gərginlik göstəricisi üçün dəyişməz qaldığı halda, dinamiki özlülüyün azalmasına təsir edir (şək. 2).



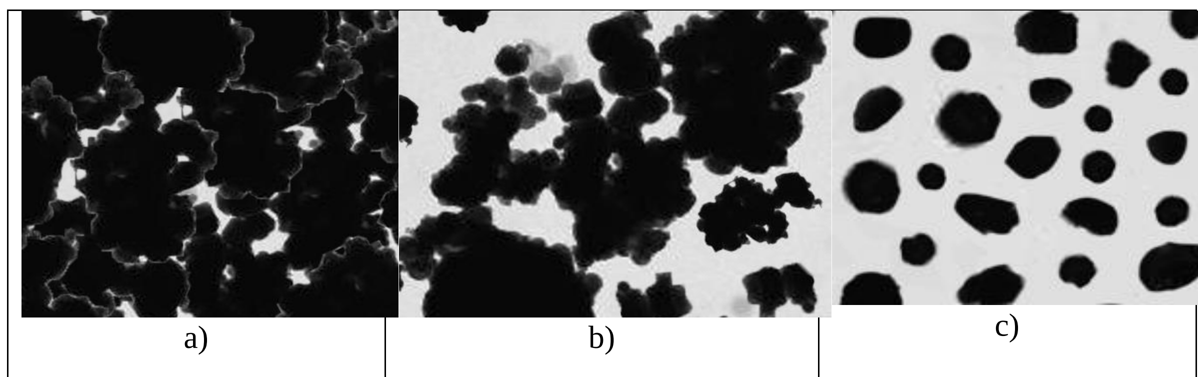
Şəkil 2. Dəmir nanohissəciklərin miqdarının işçi mayenin maqnit sahəsinin gərginliyi (H) və dinamiki özlülüyə (ν) təsiri.

Şəkil 3-də optimal olaraq qəbul olunmuş kosentrasiyada (3%) metal nano hissəciklərin ölçülərinin işçi mayenin maqnit xarakteristikaları arasındakı asılılıqlar verilmişdir. Alınmış nəticələrin təhlili belə bir mülahizənin irəli sürülməsinə əsas verir ki, nanohissəciklərin ölçülərinin azalması onlarda maqnit xassələrinin yüksəlməsində böyük önəm yaradır. Belə ki, dəmir nanohissəciklərdə ölçülərin 50-100 nm intervalında dəyişməsi maqnitləmə effektinin ortalama 2,5-2,7 dəfə artmasına imkan yaradır. Ən yüksək maqnitləmə dəmir nanohissəciklərin d=50 nm ölçüsünə uyğun gəlir.



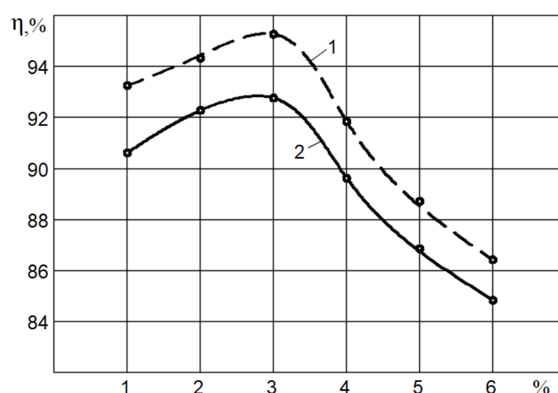
Şəkil 3. Metal nanohissəciklərin ölçülərinin işçi mayenin maqnit xarakteristikaları arasındakı asılılıqlar: 1-50 nm; 2- 60 nm; 3-80 nm; 4-100 nm;

Şəkil 4-də ultrasəs dalğalarının (USD) təsirinin (tezliyinin) işçi mayedə formalaşan struktura təsirini əks etdirən fotolar göstərilmişdir. Göründüyü kimi USD-nın tezliyinin artması nanohissəciklər arasında aqreqatlaşmaya təsir edərək hissəciklərin kiçilməsinə səbəb olur.



Şəkil 4.Ultrasəs dalğalarının tezliyinin işçi mayedə formalaşan struktura təsiri: a-USD olmadıqda, x 250; b- USD olduqda ($\tau = 20\ hz$), x 500; c- USD olduqda ($\tau = 30\ hz$), x 1000

FMM əsaslı işçi mayelərin butumlu süxurlardan neftin ayrılması iıə bağlı tədqiqatların nəticələri. Sonrakı tədqiqatlarda optimal tərkibli və konsentrasiyalı (nanohissəciklərə görə) işçi mayenin bitumlu süxurlardan neftin ayrılma prosesinə təsirinin tətbiqi ilə bağlı təcrübələrin nəticələrinin müzakirəsi verilmişdir.
Şəkil 5-də FMM-in tətbiqi ilə bitumlu süxurların neftin ayrılması ilə bağlı təcrübələrin nəticələri verilmişdir.



Şəkil 5. FMM-də nanohissəciklərin konsentrasiyasının bitumlu süxurlarda ayrılan neftin miqdarına təsiri: 1-Maqnit sahəsinin təsiri ilə; 2- Maqnit sahəsinin təsiri olmadan.

Şəkil 5-in təhlilindən göründüyü kimi dəmir nanohissəciklərin konsentrasiyası ilkin mərhələdə (1-3%) yüksəldikcə prosesə müsbət təsir edir, onların sonrakı artımı bitumlu süxurlarda neftin ayrılması prosesinin xarakterinin dəyişməsinə (azalmasına) səbəb olur. Bu maqnit sahəsinin emal prosesində iştirak edən bitumlu süxurun tərkibindəki neftin realogiyasına təsir etməsi ilə izah olunur.
Cədvəl 2 və 3-də müxtəlif xarakterli fiziki sahələrin bitumlu süxurlardan neftin ayrılması prosesinə təsiri ilə bağlı tədqiqat işlərinin nəticələri əks olunmuşdir. İlkin mərhələdə maqnit sahəsinin neftin çıxma əmsalına təsiri, növbətidə elektrik sahəsinin və son olaraq hər iki

sahənin birgə təsiri qiymətləndirilmişdir. Bu nəticələrdən göründüyü kimi prosesdə maqnit sahəsinin iştirakı bitumlu süxurlardan neftin ayrılması prosesinə müsbət təsir göstərir. Maqnit sahəsinin olması bitumlu qumlardan neft çıxarılmasının ortalama 10,2 % artmasına səbəb olur.
Çoxsaylı eksperimental və nəzəri tədqiqatlarla müəyyən olunmuşdur ki, hər hansı bir fiziki sahə sisteminə təsir həmişə bu və ya digər fiziki sahələrin iştirakı ilə müşayiət olunur. Məsələn, maqnit sahələri həm də zəif elektrik sahə mənbələridirlər.
Bununla əlaqədar olaraq, tədqiqat işi elektrik sahəsinin bitumlu qumlara təsirinin öyrənilməsinə yönəldilmişdır. Müəyyən edilmişdir ki, bitumlu qumlardan neft çıxarılmasına elektrik sahəsi müsbət təsir göstərir.
Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, maqnit sahələri bu və ya digər dərəcədə elektrik sahələrinin təzahürü ilə müşayiət olunur. Maqnit və elektrik sahələrinin təsiri və həm də onların elektrolitdə dispersləşmiş hissəciyə birgə təsiri tədqiqatları ilə müəyyən olunmuşdur ki, sahələrin birgə öyrənilməsi zamanı hissəciklərin axma xarakteri və sürtünmə müqavimət qüvvələri dəyişir. Həmçinin müəyyən olunmuşdir ki, neft məsullarının hissəciklərinin sahələrin təsiri zamanı ayrılma sürəti, təbii şəraitdə ayrılma sürətindən əhəmiyyətli dərəcədə böyükdür. Bu zaman elektrik və maqnit sahələrinin birgə təsir effekti, hər bir sahənin ayrılıqda götürüldükdə təsir effektindən çox-çox yüksəkdir.
Aşağıda bitumlu qumlardan neft çıxarılmasının qiymətinə maqnit və elektrik sahələrinin birgə təsirinin eksperimental tədqiqatının nəticələri verilmişdir (cədvəl 2).
Bitumlu qumlardan neftin ayrılma həcminin qiymətlərinin təhlili nəticələrindən müəyyən edilmişdir ki, ardıcıllıqdan asılı olaraq birgə təsirin qiymətləri fərqlənir. Ardıcıl maqnitelektrik və elektrikmaqnit emal halında sistemin xassələrinin dəyişilməsində birincilik amili mühüm rol oynayır, ardıcıllıqda ikinci fiziki sahənin təsiri praktiki olaraq yoxdur.

Cədvəl 2. Neftin bitumlu qumlardan çıxış qiymətinə maqnit və elektrik sahələrinin ardıcıl təsiri

Temperatur, °C	Bitumlu süxurlardan nefti ayrılma həcmi, %			
	Emalsız	Maqnitlə emal ilə	Elektriklə emal ilə	Maqnit və elektrik sahələrinin ardıcıl təsiri ilə
20	0,842	0,918	0,910	0,919
25	0,844	0,922	0,918	0,924
30	0,846	0,928	0,922	0,930

Cədvəl 3-də maqnit və elektrik sahələrinin sistemə birgə təsirinin nəticələri verilmişdir. Bu nəticələrdən göründüyü kimi, fiziki sahələr birlikdə qoyulduqda ən böyük effekt müşahidə olunur. Belə ki, hər iki sahə bu və ya digər dərəcədə neftçıxarılmasının qiymətinə təsir edirlər. Ardıcıl olaraq, bəzən elektrik və maqnit sahələrinin dispers sistemə cütləşmiş təsirindən güclənmiş effektin də təsiri görünür.



Cədvəl 3. Bitumlu süxurlardan neftin ayrılma həcminin maqnit və elektrik sahələrinin birgə təsirindən asılılığı

Temperatur, °C	Bitumlu süxurlardan nefti ayrılma həcmi, %	
	Emalsız	Maqnit və elektrik sahələrinin birgə emalından sonra
20	0,842	0,944
25	0,844	0,948
30	0,846	0,949

Beləliklə, alınmış nəticələri ümumiləşdirərək aşağıdakıları qeyd etmək olar:
- mədən suyu, ölçüləri 50-100 nm olan dəmir (Fe) nano hissəcik və 5%-lik sulfanol məhlulu şəklində hazırlanmış ferromaqnit mayenin tətbiqi bitumlu süxurlardan neftin ayrılmasında əlverişli vasitə kimi qəbul oluna bilər.
- təklif olunan işçi mayedə yüksək səviyyəli dispersliyin təmini məqsədi ilə ultrasəs texnologiyasından istifadə olunması tövsiyə olunur.
- maqnit və elektrik sahələrinin istifadəsi neftin bitumlu qumlardan ayrılmasında çıxış əmsalını böyütməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. 1.http://strateq.az/arashdirma/66562/bp-olkələrin-neft-ehtiyatlari-haqda-hesabatini-aciqladi.html BP ölkələrin neft ehtiyatları haqda hesabatını açıqladı
2. http://az.qaynarinfo.az/xeber-azrbaycann-neft-ehtiyatlar-acqland-t84657.html
3. Алиев А. Природные битумы и горючие сланцы — альтернатива нефти. Информационный бюллетень «Нефть и газ» //Президентская Библиотека АР №1(5), 2010.С.10
4. М.К.Багиров. Комплексные методы воздействия на призабойную зону газо-нефтяных пластов. 1-е изд. Баку-2017, 176 стр. Издательство ГАНУН.
5. Удаление нефтепродуктов магнитной жидкостью из отходов / С.З. Калаева [и др.] // Экология и промышленность России. - 2003, дек. - С. 20-21.
6. Очистка сточных вод от нефтепродуктов с помощью магнитных жидкостей из отходов / С.З. Калаева, Н.А. Морозов, Ю.И. Страдомский, В.М. Макаров, А.М. Шипилин, И.Н. Захарова // Сб. матер. I Всерос. науч.-техн. Интертнет-конф. «Современные проблемы экологии и безопасности» : в 4 т. Т. III / под ред. Э.М. Соколова. - Тула : Из-во ТулГУ, 2005. - С. 28-29
7. Məlikov R.X., dissertasiya
8. Меликов Р.Х., Садыгова Т.Ю. “К вопросу повышения нефтеизвличения из битуминозных песков” АТМ№2, 2019



RESULTS OF RESEARCH ON THE USE OF MAGNETIC FLUIDS IN THE PROCESS OF OIL REFINING FROM TAR SANDS

Tarana Sadigova
Assistant, Department of "Industrial Machines", Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan.
E-mail: tarana_sadiqova@mail.ru

ABSTRACT

Despite extensive theoretical research, scientific-practical and various engineering works in the field of separation of residual oil in bituminous sands, the problem remains relevant.
For this purpose, the article considers the issue of improving the process of separation of oil from bituminous sands under the influence of physical fields.
Keywords: Bituminous sands, ferromagnetic based fluids, magnetic and electric fields, oil yield factor.



MƏNTİQ-LOGİSTİKA ALƏMİNDƏ KİMDİR BİRİNCİ

Zakir Rüstəmov
Professor, Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, texnika elmlər doktoru, Azərbaycan. E-mail: rzao@mail.ru

XÜLASƏ

Məqalədə, identik funksiyalı şəxslərdən yalnız birini görərək onun - "Logistik"in [1] tarixən IX-X əsrlərdə ilk dəfə yarandığını iddia edənlərdən fərqli olaraq, müəllif onları görür və digərinin (məntiqin-vəzirin) formalaşması faktının daha qədim (b.e.ə. 17-16 əsr) tarixi sənədlər ilə təsdiqləndiyinə iddia edir [2]. Nəticə etibarı ilə, ali kitablarda Tövrat, İncil, və Quranı Kərimdə əksini tapmış bizim eradan əvvəl 1864-1754-ci illərdə "Fironun yuxusunun yozulması" və ədəbi baxımdan "Yusif və Züleyxa" kimi daha çox hallandırılaraq formalaşan "hadisə" [3], müəllif tərəfindən iqtisadi-texniki baxımdan qənaətcil, hesablama məharətli və məntiqi düşünmə qabiliyyətli, yuxarıda qeyd olunmuş identik funksiyanın banisinin "Firon – Yusif peyğəmbər" olduğu sübut olunur.
Açar sözlər: logistik, məntiq, fitri istedad, təhlükəsiz, etibarlı, zəmanətli, tədarük, bölüşdürmə.

Giriş: Tədqiqata başlamazdan əvvəl qarşıya məqsəd qoyulmuşdur. Logistika nədir və görəsən bu planlı iş təhlükəsizlik və etibarlılıq nəzərə alınmadan təmin oluna bilər? Əgər təmin oluna bilərsə, onda nəqletmə logistikası yüklərin qorunmasında və çatdırılmasında müştəri qarşısında etibarlılıq və zəmanət məsuliyyətini necə təmin edə bilər? Bu baxımdan nəqliyyat vasitəsinin etibarlı istismarının daşınacaq yükün seçilməsi, toplanması, yük yeri üzrə mütənasib bölüşdürülməsi, yerləşdirilməsi, bərkidilməsi və nəqli logistik qurum tərəfindən planlaşdırıldığını və bu sistem altında həll olunmalı olduğunu əsas qəbul edərək məqsədə nail üçün məsələlərin həllini tədqiq-təklif edək.
Ədəbiyyatlarda müxtəlif yanaşma və açıqlama ilə "logistika" təhlil və təqdim olunsa da, bütün hallarda müəlliflər öz tədqiqatlarını əsaslandırmaq üçün obyektivliyi subyektivə çevirib fikir formalaşdırmağa üstünlük vermişlər. Logistika müxtəlif yanaşmalar ilə izah olunsa da məna və mahiyyətcə hamı eyni fikir üzərində durur.
Əsas hissə: Belə ki, bütün yanaşmalar Logistika sözünün kökünün qədim Yunan mənşəli olduğunu söyləyir: Log – düşünmək; Logos – dərrakə, dərk etmə; Logo – mülahizə, mülahizə yürütmə; Logistos – hesablamaq, fikir yürütmək, planlama; Logistikas - düşünmə məntiqliyi. Bəzi araşdırmalarda logistika kəlimə-kök etibarilə Latin dilində "lojik" (məntiq) və "static" (statistika) kəlmələrinin birləşməsindən meydana gəlmişdir ki, terminaloji məna olaraq "məntiqi statistika" sayılır [1,2,3,4].
Beləliklə "Logistika - müştərilərin ehtiyacını-tələblərini təmin və gəlir əldə etmək məqsədi naminə yük axınlarının, informasiyaların, maliyyənin və digər resursların idarə olunma sistemidir". Müştərilərin ehtiyacı - "müəyyən sayda və keyfiyyətdə sifariş edilmiş yüklərin az xərclə, təyinat məntəqəsinə dəqiq təyin olunmuş vaxtda çatdırmaq" kimi müəyyən edilir [4,5,6,7,8].
Beləliklə "logistika" açiqlamalarına çoxlu sayda misallar göstərmək mümkün olduğundan birbaşa aparılacaq tədqiqə keçək.

Bizim yanaşma bütün açıqlamaları inkar etmək deyil, lakin onlardan fərqli olaraq biz bir nəqliyyatçı-tədqiqatçı olaraq "logistika" açıqlamaları üzrə görülən işlərin və yanaşmaların hamısının bazasını təhlükəsizlik, etibarlılıq və zəmanətlilik təşkil etdiyini əsas qəbul edib müvafiq nəticələri formalaşdırmaq istəyirik.
Onda "Logistika" nədir, fərq etməz, mövcudlardan birinə bizim yanaşmadan baxaq:

Logistika: material (yük, əmtəə), insan və informasiya axınlarının optimal xərclər ilə təhlükəsiz, etibarlı, zəmanətli idarə olunmasıdır. Bundan belə logistikaya elmi yanaşmadan optimallılıq, praktiki yanaşmadan alət, menecment yanaşmadan strateji və s. terminləri əlavə olunmaq ilə ona izahlar vermək olar.
Tam qətiyyətlilik ilə söyləyə bilərik ki, logistikanın açıqlanmasında əsaslı olaraq təhlükəsizliyin, etibarlılığın və zəmanətliliyin işlənməsi ilk dəfə tərəfimizdən təklif olunmuşdur. Danılmaz fakt budur ki, təhlükəsizlik, etibarlılıq və zəmanət təmin olunmadan, logistik idarəetmənin mahiyyəti də olmaz.
Bəli, qeyd oluna bilər ki, təhlükəsizlik, etibarlılıq və zəmanətlilik olmayan yerdə nəqletmə logistikası və s. logistika ola bilməz. Onda, adekvat olaraq qeyd edə bilərik ki, məntiqsiz də idarə etmə ola bilməz. Daha doğrusu, hər hansı bir fəaliyyət növü ilə məntiqsiz məşğul olma, əhəmiyyətsiz sayıla bilməsinin söylənməsi də əsaslıdır.
Araşdırmaları davam etdirək, *"Logistika"* - yunan sözü olub ilk dəfə hərbi qüvvələrdə işlənmək ilə *"Hesablama məharəti"* mənasını daşımışdır.
İlk baxışdan *"Hesablama məharəti"* kəlməsi sadə görünə bilər. Qeyd edək ki, hərbidə arxa cəbhənin formalaşması, bununla da, ordunun ərzaq və sonralar sursat təminatı bütün mümkün maneələr və gözlənilən-gözlənilməyən fəsadlar nəzərə alınmaq ilə çatdırmanın təmini məqsədli hesablamalar aparılması tələb etmişdir. Onda, əsaslı olaraq qeyd edə bilərik ki, "logistik", yəni hesablama məharətlinə mənsub olan şəxs, yüksək məsuliyyət hissi ilə, nöqsana yol vermədən hesablamanı aparmaqla təhlükəsiz, etibarlı və zəmanətli çatdırmanı təmin etməlidir. Əks təqdirdə o dövrdə "logistik", saymağı bacaran hər bir şəxs qəbul olunardı. Deməli "logistik", sadə hesablama məharətinə malik olmamış, yüksək məntiqi biliklərə əsaslanaraq, yetkin bir fikri formalaşdırma və reallaşdırma qabiliyyətli şəxs olmuşdur.
Araşdırmanı davam etdirərək digər fakta nəzər salaq. Logistikanın şüarı – minimum xərclər, maksimum əhəmiyyətlilik – rasionallıq. Maraqlıdır az sərfiyat, yüksək rasionallıq, həyata keçirilməsi daha çətin. Qiymətsizdə - dəyərsizdə, qənaətcillik daha çətindir. Ona görə də nəqliyyat logistikası optimallığa üstünlük vermək ilə maksimum təhlükəsiz, etibarlı və zəmanətlilik çərçivəsində mümkün minimum xərclər ilə əhəmiyyətli – rasional daşımanın təminatlığı üzərində qurulmalıdır. Bu zaman optimallıq 3 əsas amil üzərində qurula bilər.

Nəqliyyat növünün seçilməsi: Bu zaman yük nə qədər ağır olarsa, o qədərdə yük vahidinə düşən xərclər az olar, qanunu qüvvəyə minir. Tonlarla yükün digər qitəyə nəqli dəfələrlə ucuz başa gəlir, nəinki 50 qr. çay qutusunun. Elə buna görə də vaxta qənaət etmədən su nəqliyyatı ilə yükün dövriyyəyə buraxılaraq daşınması daha səmərəli sayılır, nəinki, bahalı avtomobil və ya təyyarə daşımalar xidmətindən istifadə olunması.

Həcm: Daşımalarda xərclər smetasında təkrarlanaraq birindən - digərinə keçən, heç də az olmayan yükün sənədləşdirilməsi, mühasibat əməliyyatları, nəqliyyatın boşdayanmaları,



servis və s. xidmətlər üzrə xərclər məcmusu mövcuddur. Elə bu baxımdan yükün həcmi çox olduqca yük vahidinə düşən təkrarlanan xərclər sərfiyat azalar.

Məsafə (marşrut): Daşıma məsafəsi artdıqca yük vahidinə düşən xərc azalar. Elə bu səbəbdən də, bir yükün uzaq məsafəyə daşınması iki yükün qıssa məsafəyə daşınmasından daha sərfəlidir.

Beləliklə, logistika məntiqlikdə qızıl ortanın tapılması ilə, mütənasibliyi qorumaqla logistikadan – logistikaya sayıla bilər. Nəqliyyat logistikasında tam səmərəliliyi kiməsə əmin etmək düzgün sayılmır. Bu zaman daha məntiqi, daşımalarda təhlükəsizlik, etibarlılıq, zəmanətlilik, keyfiyyətlilik bir sözlə qarşılıqlı məmnunluğun təmini əsas faktor olmalıdır. Bununla da, nəticə olaraq təkidlə söyləyə bilərik ki, optimallıq, təhlükəsizlik, etibarlılıq və zəmanət logistikanın – məntiqi düşüncənin funksiyasıdır.

Geriyə qayıdaq. Logistik vəzifəsinin yaranma tarixinə nəzər saldıqda müxtəlif mənbələr onun IX-X əsrlərə təsadüf etdiyini söyləyir [1,4,5,6,].

Bizim apardığımız araşdirmalar isə məntiqi düşüncənin tarixinin çox qədim olduğunu söyləməyə əsas verir: ***Firon*** bir gecə yuxusunda ***"yeddi arıq inəyin, yeddi kök inəyi yediyini və yeddi yaşıl sünbül və yeddi quru sünbül görür"***.

Bizim eradan əvvəl XVII əsrdə Fironun yuxusunu məharətlə yozan Yusif Peyğəmbərin ağıllı, dərrakəli, fitri istedad sahibi və məntiqi düşünmə qabiliyyətinə malik olduğu çoxlarına və çoxdan bəlli idi. Məlum səbəblərdən (Yusif-Züleyxa) zindana salınmış Həzrəti Yusif, oradaca yuxunu yozaraq "yeddi il bolluq olacağını, arxasından gələn yeddi ilin isə qıtlıqla keçəcəyini" söyləyir. Beləliklə, bolluq dövründə qənaətcillik ilə cəmləmək (tədarük), qıtlıqda isə qənaətcillik ilə bölüşdürülərək paylanması problemi formalaşır. Əhali arasında məntiqi tədarük-bölgü aparılması məharətinin göstərilməsi məhz, zindandan təcili azad olunmuş, fitri istedadlı Yusif peyğəmbərə həvalə olunmaq ilə o, "Dövlət xəzinədarı", "Baş vəzir" bəlkə də kim bilir "dövlət logistiki" və ya "dövlət məntiqi" təyin olunur. Yusifin peyğəmbərin öz işinin öhdəsindən məharətlə gəlməsi "məntiqçinin" ("məntiqi yanaşmanın") - "logistikin" daha qədim dövrə aid olduğunu sübuta yetirir.

Diqqət yetirək eramızın əvvəllərində hərbidə "logistik" vəzifəsi yaradılır və ərzaq tədarükü-bölgüsü ilə məşğul olmaq ona tapşırılır. Eramızdan əvvəl XVII əsrdə də Yusif peyğəmbərə məhz ərzağın tədarükü - bölgüsü həvalə olunmuşdu. Hər iki halda ərzağın, məlum məsələdir tədarükü (cəmlənməsi), sonra isə bölgüsü ilə məşğul olunma, yəni eyni adlı ***vahid funksiya*** "məntiqi" düşünmə qabiliyyətli "hesablama" məharətli şəxsə tapşırılır. Təsadüfdür, yoxsa reallıqdır və hər iki halda ***vahid funksiya*** biri digərindən asılı olaraq formalaşır desək yanılmarıq ki? Məlum məsələdir ki, yox. Onda, onların vəzifə bölgüsünün eyni mahiyyət üzərində qurulması, hansısa əlaqənin olmasından xəbər verir söyləmək əsaslıdır.

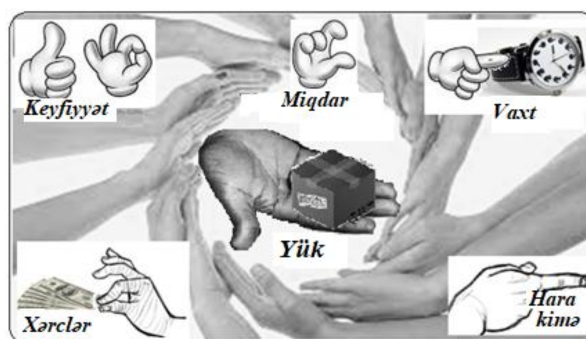
Tarixən birinci tədarükçü-bölüşdürücü məntiqi düşünmə və hesablama məharətli şəxsiyyət (məntiqçi-logistik) olan Yusif Peyğəmbər haqqında "Tövrat", "İncil" və "Qurani Kərim"də qeyd olunur, ikinci "logistik" isə "Qurani Kərim" nazir olmasından çox-çox sonra yaranır. Bu zaman qətiyyətlə söyləmək olar ki, "məntiqçi" (rəsmən qeyd olunmasa da) vəzifəsi bizim eradan əvvəl XVII əsrdə yaranmış və ilk onun icrası üzrə şəxsiyyət Yusif peyğəmbər olmuşdur.

Yusif peyğəmbərin 7 il bolluq dövründəki taxıl tədarükünün, sünbüldə onların anbarlarda saxlanması (dövrünün yeni texnologiyası), sonrakı qırtlıq dövründəki bölüşdürülmə və

paylanması işinin icrası üzrə qoyulan məsələlərin həllinə nəzər saldıqda isə, hər bir görülən işin əsasının "qənaət" üzərində qurulduğunun şahidi oluruq.
Qənaət (ecanomy – in., эканомия - ru.) - israfçılığa yol verməmək, xərcləri optimallaşdırmaq, resurs istehlakının minimizasiyası ilə təsərrüfatın idarə olunması. Deməli iqtisadi-texniki logistikanın əsas prinsipi birinin bəhrələnməsi, digərinin isə mənfəət götürməməsi və ya müflisləşməsi üzərində qurulmamalıdır. Bu halda qarşılıqlı məmnunluq təmin olunmalıdır.
Bu gün, əhalinin maddi və mənəvi inkişafı naminə Dövlətçilik və xüsusiyyətçilik maraqlarının qorunması ilə qurulmuş bazar iqtisadiyyatı və sağlam rəqabət mühitində nəqliyyat məhsulunu müəyyənləşdirmək, yük axını zəncirini, nəql olunma zəncirini tədqiq etmək və nəql prosesinin iştirakçısına çevrilmək, fəaliyyət göstərərək və inkişaf etmək istəyində olan hər bir fiziki və ya hüquqi şəxs, qurum, şirkət yük axınının tədqiqi ilə bilavasitə məşğul olmağa məcburdur. Deməli fəaliyyət formasının və idarəetmə metodikasının logistika, məntiq əsaslarla qurulması və uzlaşmasının təmini bir çox hallarda şirkət strukturunda müvafiq bölmənin və ya logistik – məntiq əsaslara əsaslanaraq fəaliyyət göstərən rəhbər işçinin olması reallıqdır.
Yük axınlarını öyrənmək, onun nəqli prosesi zəncirinin qurulmasında iştirak etmək və ya bu zəncirin ayrılmaz hissəsinə çevrilmək nəqliyyatin idarəetmə strukturunda, tarixən çox qədim, zamanca nisbətən yeni sayılan, "logistika"ya müvafiq yerin verilməsi danılmazdır. Daşımaların təşkili və logistika, məntiq əsaslar üzərində icrası üçün aşağıdakılarin müvafiq ardıcıllıqla qurularaq məntiqi həlli vacib şərtlərdəndir.

1. Yük – nəqli tələb olunan yük-əmtəə.
2. Keyfiyyət – yükün keyfiyyət tələblərinə müvafiqliyi, nəqliyyat xassələri.
3. Miqdar – tələb olunan miqdara uyğunluğu.
4. Vaxt – planlaşdırılmış və ya çatdırılması tələb olunan vaxt.
5. Hara-kimə – çatdırılması tələb olunan yer, ünvan, kim.
6. Nəql xərci – minimum məsrəflər ilə reallaşdırılması.

Beləliklə, deyilənlərə istinad edilərək mütəxəssislər, logistik-məntiqi prinsipləri aşağıdakı interpretasiya kimi təsvir etməklə tədqiqatlar aparır, təhlil edirlər və icra mexanizminin zəncirini qururlar.



Şəkil 1. Logistik prinsiplərin interpretasiyası.

Ümumiləşdirərək qeyd etsək ki, nəqliyyat logistikasının funksiyası: 1) logistik məsələlərin həllini təhlükəsiz, etibarlı və zəmanətli təmin edən heyətin seçilməsi (yük axınlarının və nəqliyyat vasitəsinin idarə olunmasının təminatçıları); 2) çatdırmanı reallaşdıran təhlükəsiz, etibarlı və zəmanətli nəqliyyat vasitəsinin sinfi, növünün təyini; 3) təqdim olunan xidmətlər üzrə qiymət siyasətinin qurulması.



Bildiyimiz kimi, bu gün logistikanın əhatə dairəsi çox genişləndirilmişdir: hərbi logistika; biznes-logistika (və onun altında: tədarük logistikası, bölüşdürmə logistikası, realizə logistikası, nəqliyyat logistikası, gömrük logistikası, ehtiyatlar logistikası, anbar logistikası, informasiya logistikası və hətta məcmu (kompleks) logistika)); ekologiya logistikası; qənaətcillik logistikası; şəhər logistikası; məsələlər logistikası; provayder logistikası; muzey logistikası və s. [5,6,7,8].

Diqqət yetirək ki, bu gün praktiki və nəzəri olaraq "logistika" elmi istiqamət kimi ön plana keçirilərək bütün sahələri əhatə etmək ilə "inhisarçı" funksiyasını tam mənimsəməsi, sözün əsil mənasında ehtiyatlı olmağı əsla diktə edir. Bəli, elmdə çox gənc olan logistika, müasir elmi istiqamət olaraq, yeni nəsil alimlərin təşəbbüsü nəticəsində bütün sahələri özününkiləşdirməyə nail olmaqdadır. Əslində isə logistik-məntiqi düşünmə alimliyin, normal həyat tərzinin, idarəetmənin, fəaliyyətin funksiyasıdır. Məntiqsiz, düşüncəsiz, dərk etmədən "iş" ola, qurula bilməz. Elə bu baxımdan da çox keçməz ki, logistika öz əhatə dairəsinə qayıdaraq inhisarçılıqdan uzaqlaşmağa məcbur olacaq.

Bu gün dəbə minmiş hər hansı bir fəaliyyət sahə logistikasına nəzər salsaq görərik ki, o əmtəə, mal, informasiya, əmək resurslarını öyrənir, axın istiqamətlərini müəyyənləşdirir, optimal yerdəyişmələrini planlaşdırır, icrasını təşkil, təmin və nəzarət edir, yüksək etibarlı, zəmanətli və təhlükəsiz xidmət göstərir. Müəssisə, təşkilat, firma və s. qurumun fəaliyyətinin məcmu texnoloji proses zəncirinin bütün düyünlərinin hər birini ".......... logistika" adlandırmaqla işin məntiq üzərində qurulması kimi qəbul olunması, yəqin ki, nə zamansa məntiqsiz iş olmaz deyə reallığa qayıtma məcburiliyini formalaşdıracaq.

Bununla da biz inanırıq ki, inhisarçı logistika siyasətinə son qoyulacaq və fəaliyyət zəncirinin hər bir düyünü öz adı ilə adlandırılaraq iyerarxiya sistem çərçivəsində cəmiyyət, qurum, sədr, direktor, menecer, planlaşdırıcı (logistik), icraya qəbul edib iş bölgüsü aparan (koordinasiya mərkəzi), əlaqələndirici (agent), icranı təmin edici (stividor, operator və s.), nəzarətçi (dispetçer) və s. işçi qüvvələri funksiyalar estafetini ötürmək ilə idarəetmə texnoloji prosesini tamalayacaqlar. Logistika 1000 illərlə öncə necə tanınmışsa (tədarük-bölüşüdürmə-paylama), müasirlik nəzərə alınmaq ilə davam etdirilməsi reallıqdan yaranır və məcraya qayıtma təəccüb doğurmaz söyləmək əsaslıdır.

Nəticə: 1. Məntiqçinin - Logistikanın yaranma tarixi, mənbələrə istinad olunaraq VI-VII (IX – X) əsrlərə deyil, daha qədim "Firon" dövrünə, Yusif Peyğəmbər dövrünə təsadüf edir.
2. Qeyd olunanlar, logistikanın daha logistik (məntiqi) qəbul olunmasına, elmdə və həyatda qısqanclığa və biganəliyə yol verilməməsi üçün, logistika məfhumunu düzgün qiymətləndirərək bütün əlaqəli sahələri də, olduğu kimi görmək, qiymətləndirmək ilə logistika - "qızıl ortanın" işini digər bölmələr işi ilə əlaqəli qurmaq əsaslıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Логистика — Википедия, https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0
2. Yusif peyğəmbər. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%84_(%D1%81%D1%8B%D0%BD_%D0%98%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0)
3. Yusif və Züleyxa. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D1%81%D1%83%



D1%84_%D0%B8_%D0%97%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D1%85%D0%B0
4. Z.Ə.Rüstəmov, Daşımaların təşkili və Menecmenti. Dərslik. Bakı. Nəş. BXOR MMC. 2015. 220s.
5. Транспортная логистика. Учебник для транспортных вузов. Под ред. Л.В.Миротина. М:.2002, с. 512
6. Е. В. Панасенко. Логистика: персонал, технологии, практика. Москва: Инфра-Инженерия, 2011. С. 224.
7. Под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. Логистика. 2-е. М:. Из. Проспект, 2010. с. 406.
8. Степанов, Владимир Иванович. Логистика. Учебник для бакалавров. М:. Из. Проспект, 2013. с. 445..

SOMEONE FIRST IN THE WORLD OF LOGIC-LOGISTICS

Zakir Rustamov
Professor, Azerbaijan State Marine Academy, Doctor of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: rzao@mail.ru

ABSTRACT

In the article, in contrast to those who consider only one of the two historical figures with identical functions and attribute the first mention of "Logistic" to the 9th-10th centuries. AD [1], the author, studying all the facts, claims that the formation of another personality (mantig-vizier), confirmed by historical documents, is more ancient and belongs to the 17-16 centuries. BC NS. [2]. Thus, based on the event, which is described in the holy books of the scriptures Torah, the Bible and the Koran and dated 1864-1754. "Interpretation of the Pharaoh's dream", and in the literary aspect, a more common work like "Yusuf and Zuleikha" [3], the author in the economic and technical aspect proves that the founder of the above identical functions - frugality, the art of calculation and logical thinking, is "Pharaoh - Prophet Yusuf"

Keywords: logistic, logic, talent, security, reliable, guaranteed, stocking (purchase), distributes.



УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОНЕФТЕТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ ВОЗМОЖНОСТНЫХ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА ЗАТРАТЫ

[1]Олег Дышин, [2]Ибрагим Габибов, [3]Джамаледдин Асланов, [4]Севда Агаммамадова

[1]Старший научный сотрудник, НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия», к.ф-м.н, доцент, Азербайджан.
[2]Профессор, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, д.т.н, Азербайджан. https://orcid.org/0000-0003-3393-78123
[3]Доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, д.ф.т.н, Азербайджан.
[4]Доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,д.ф.т.н, Азербайджан.
E-mail: [1]h.ibo@mail.ru; [3]tribo72@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Задача управления технико-технологическими рисками в магистральных газонефтетрубопроводных системах при условии возможностных ограничений средств, выделенных на предотвращение и ликвидацию последствий аварий, рассмотрена в виде полумарковской модели принятия решений для управляемого марковского процесса в непрерывном времени с критерием максимума среднего дохода с дисконтированием. Для нахождения оптимальной нерандомизированной марковской стационарной стратегии предложена процедура, основанная на сведении поставленной нечеткой задачи к эквивалентной задаче булевого программирования с детерминированными ограничениями. Для решения полученной системы ограничений неравенств разработан алгоритм нахождения базисных решений при произвольном числе аварий и мероприятий по их ликвидации.
Численная реализация предложенного подхода реализована для реальной задачи управления рисками в магистральном газопроводе при нечетких ограничениях средств на затраты.
Ключевые слова: полумарковский процесс принятия решений, марковская стационарная стратегия, возможностная оптимизация, базисные решения неравенств.

Введение. Управление рисками – это неотъемлемая часть любой предпринимательной деятельности, состоящая из целей и соответствующих им управленческих решений принятия, планирования и контроля за ресурсами. В условиях глобальной экономики повышение финансовой стабильности компании и минимизации потерь от рисков становятся для нее одними из ключевых задач [1].
Существует несколько основных групп событий, которые оказывают непосредственное влияние на уровень риска эксплуатации магистральной газонефтетрубопроводной системы (МГНТС): I – политическая, II – экономическая, III – технико-технологическая, IV – экологическая.

Наибольший удельный вес имеет III группа события, в которой наибольшее число отказов, потенциально зависящих от множества факторов, в том числе человеческого. Нами рассматривается только III группа событий.
Проблема принятия решений занимает одно из доминирующих мест в теории анализа и оптимизации процессов функционирования объектов и систем. Она приобретает особо актуальное значение для организации функционирования систем в условиях неопределенности. В таких условиях возникают принципиальные трудности в формировании и описании множества альтернатив, из которого должна быть выбрана наилучшая, а также трудности в формулировании и обосновании принципа оптимальности выбора наилучшей альтернативы. Таким образом, проблема принятия решения должна быть формально – математически поставлена и решена, когда принцип выбора не формализован.
В сложных системах, к которым относится МГНТС, формальная постановка задачи оптимизации не просто затруднена, но и в целом ряде случаев основные системные параметры являются нечеткими, а стохастические характеристики для них определить не представляется возможным. К тому же в системах имеются неконтролируемые возмущающие факторы, приводящие к изменению структуры системы, к нарушению ее устойчивости.
Исследование проблемы принятия решений в нечеткой среде стало возможным благодаря работе Р.Белмана и Л.Заде [2]. В ней была предложена симметричная схема для принятия решений, в соответствии с которой не делается различий между целями и ограничениями задачи. Они моделируются соответствующими подмножествами числовой прямой.
В работе [3] Л.Заде обновил теорию нечеткости, положив начало теории возможностей. Следствием этого явилось рассмотрение задач нечеткой оптимизации в контексте теории возможностей. Однако анализ этой работы показывает, что в задачах нечеткой оптимизации лишь изменено название функций принадлежности на распределение возможностей, а аппарат исследования проблемы остается прежним: исчисление нечеткости, основанное на принципе обобщения. Однако теория возможностей имеет под собой более глубокую математическую основу – меру неопределенности. Одной из этих мер является мера возможности (possibility measure) [4].
Использование аксиоматики теории возможностей для построения моделей оптимизации в условиях неопределенности позволяет рассматривать эту проблему с общих позиций мер неопределенности. Такой подход позволяет избежать неструктурированности при построении формальной оптимизационной модели принятия решения, вскрыть ее внутреннюю и внешнюю структуру, установить связь между нечеткими, стохастическими и интервальными моделями. Теоретическое обоснование и разработка класса базовых моделей и проблем нечеткой оптимизации на базе современной теории возможностей даны в работе [5]. Суть возможностного подхода к проблеме нечеткой оптимизации не только в интерпретации нечеткости как возможности, а в систематическом применении аксиоматической теории возможностей как математического аппарата исследования проблемы.
В настоящей работе рассматривается задача управления рисками в МГНТС при ограниченных объемах средств, выделенных на мероприятия по предупреждению или ликвидацию последствий аварий, и известных функциях распределения времени



безотказной работы между соседними авариями определенного типа и функциях распределения времени восстановления работоспособности, с использованием каждого решения из заданного комплекса мероприятий при авариях определенного типа. Задача формулируется в виде полумарковской модели принятия решений для управляемого марковского процесса в непрерывном времени с нелинейной целевой функцией дохода и возможностными ограничениями на затраты каждого вида средств, выделяемых на определенный тип аварий.

С помощью возможностного подхода к задаче нечеткой оптимизации и максимизации уровня при построчных ограничениях по ожидаемой возможности, сформулированная задача сводится к эквивалентной детерминированной задаче нелинейного программирования с булевыми переменными. В случае четких коэффициентов линейных ограничений данная задача решена в работе [6].

Постановка задачи: Пусть каждому состоянию $i \in S$, $S=\{0, 1, 2, \ldots, N\}$, рассматриваемой МГНТС поставлено в соответствие конечное множество K_i, решений (различные комплексы мероприятий в случае аварий и поддержка режима нормального функционирования при отсутствии аварий), элементы которого обозначим $k=1, 2, \ldots, k_i$. Если система находится в состоянии $i \in S$ и принимается решение $k \in K_i$, то ее дальнейшее поведение определяется вероятностным законом

$$Q_i^{(k)}(t) = p_{ij}^{(k)} F_{ij}^{(k)}(t), \quad j \in S, \tag{1}$$

где $p_{ij}^{(k)}$– вероятность перехода системы в состояние i; $F_{ij}^{(k)}(t)$ – функция распределения времени пребывания системы в состоянии i при принятии решения k и при условии, что следующий переход произойдет в состояние j.

Будем полагать выполненными следующие условия:

1. Состояние $i=0$ соответствует нормальному функционированию, а $i \neq 0$ – аварийным (или предаварийным) ситуациям.

2. Функции $F_{0j}^{(k)}(t)$ и $F_{j0}^{(k)}(t)$, $j \in \tilde{S} = S \setminus \{0\}, k \in K_j$ вместе со своими первыми производными непрерывны при $t>0$, за исключением, быть может, конечного числа точек, и возрастают на бесконечности не быстрее экспоненциальной функции, что обеспечивает существование для этих функций интеграла Лапласа-Стилтьеса.

3. За единицу времени пребывания в состоянии i в случае принятия решения k выплачивается средний доход $r_i^{(k)}$ (при $i \neq 0$ число $r_i^{(k)}$ отрицательно и равно средним издержкам системы за единицу времени пребывания в состоянии i при условии выхода из этого состояния с использованием решения k).

4. Величины $|r_i^{(k)}|$ ограничены при всех $i \in S$, $k \in K_i$ и вероятности $p_{ij}^{(k)}$ удовлетворяют соотношениям

$$\sum_{j \in S} p_{ij}^{(k)} = 1, \ \ i \in S, \ \ k \in K_i, \ \ \ p_{ij}^{(k)} \geq 0, \ \ i, j \in S, \ \ k \in K_i \tag{2}$$

Таким образом, в каждом состоянии $i \in S$ имеется k_i, решений из конечного множества K_i. Выбор некоторого решения k из K_i в состоянии $i \in S$ означает задание величин $Q_{ij}^{(k)}(t),\ p_{ij}^{(k)},\ F_{ij}^{(k)}(t),\ r_i^k, (i, j \in S.$

При $i = 0\ K_0 = \{0\},\ p_{0j}^{(0)}\ (j \in S)$ – вероятность перехода в состояние j. Вероятности $p_{0j}^{(0)}\ (j \in \tilde{S})$ вычисляются на практике как доля аварий типа j в общей совокупности аварий различных типов в МГНТС на основе банка данных предыстории процесса. В этом случае $F_{0j}^{(0)}(t)$ – функция распределения времени безотказной работы МГНТС между двумя последовательными авариями типа j.

В силу непрерывности во времени исследуемого процесса будем пользоваться переоценкой экспоненциального вида с нормой α, т.е. если в некоторый момент времени выплачивается единичный доход, то через время t этот доход уже будет стоить $e^{-\alpha t}$ единиц. Тогда, если r_i – доход за единицу времени, то суммарный доход за время t имеет вид

$$\int_0^t r_i e^{-\alpha\tau} d\tau = \frac{r_i}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t}) \qquad (3)$$

Обозначим i_n состояние системы после n-го перехода, u_n – принятое решение, а τ_n – время пребывания в этом состоянии (n=0, 1, 2, …; i_0 – начальное состояние). Допустимую стратегию π для управляемой МГНТС определим как последовательность $\{\pi_0, \pi_1, \pi_2, \ldots\}$, где $\pi_n(\bullet/z_n)$ – вероятностная мера, сосредоточенная на функции ограничений $U(S)$ на принятые решения (управления), определяемой системой построчных ограничений по возможности

$$\prod\{f_k(x, \gamma) = 0\} \geq \alpha_k, \quad k \in K = \bigcup_{j \in \tilde{S}} K_j \qquad (4)$$

где П – возможностная мера, $f_k(x, \gamma)$ представляются линейными функциями от нечетких переменных $a_k(\gamma)$ и $b_k(\gamma)$ в виде

$$f_k(x, \gamma) = \sum_{j=1}^{N} a_{kj}(\gamma) x_{kj} - b_k(\gamma), \ \ (k = 1, m), \qquad (5)$$

где $a_k(\gamma)$ и $b_k(\gamma)$ определяются вещественными функциями X:Г→[0, 1] с распределением

$$\mu_X : E^1 \to [0, 1], \ \ \mu_X(x) = \prod\{\gamma \in \Gamma : X(\gamma) = x\}, \qquad (6)$$

E^1 – евклидово пространство размерности n=1; Г – четкое множество (в нашем случае это множества K_j мероприятий для аварий типа j).

Обозначим τ_n состояние системы после n-го перехода, u_n – принятое решение относительно выбора значений вектора булевых переменных x, а τ_n – время пребывания в этом состоянии (n=0, 1, 2, …, i_0 – начальное состояние). Допустимую стратегию π для управляемой МГНТС определим как последовательность $\{\pi_0, \pi_1, \pi_2, \ldots\}$, где $\pi_n(\bullet/z_n)$ – вероятностная мера, сосредоточенная на принятых в состоянии τ_n решений (управлений) и зависящая от истории управляемой системы к моменту n-го перехода



$$z_n = (i_0, u_0, \tau_0, \dots, i_{n-1}, u_{n-1}, \tau_{n-1}, i_n).$$

Мера $\pi_n(\bullet/z_n)$ задает рандомизированное правило выбора решения u_n на основе информации z_n. Такую стратегию π называют рандомизированной [7].

Стратегия π называется марковской, если $\pi_n(\bullet/z_n)= \pi_n(\bullet/i_n)$ (n=0, 1, 2, …). Марковская стратегия называется стационарной, если $\pi_n(\bullet/i_n)= \pi_n(\bullet/i_0)$. Плотность меры такой стратегии при $i_n=i$, $u_n=k$ ($k\in K_i$) обозначим $d_i^{(k)}$. Если стратегия π – марковская стационарная, то управляемый процесс является полумарковским. Основные результаты теории полумарковских процессов изложены в [8]. Управляемые полумарковские модели процессов с доходами приведены в [9].

Обозначим через $w_i(t, \alpha, \pi)$ суммарный доход за время t системы, принимающей решение согласно стратегии π с нормой переоценки α при условии, что функционирование системы начинается в момент t=0 из состояния i.

Здесь α ($0<\alpha<1$) – коэффициент дисконтирования доходов (в нормальном режиме функционирования) или издержек (в аварийных ситуациях); коэффициент α определяется инфляцией (при инфляции в 10% α=0,1).

Через $v_i(t,\alpha,\pi) = w_i(t,\alpha,\pi)/t$ обозначим суммарный средний доход системы за время t при тех же условиях.

При этом $\vec{v}(\alpha,\pi) = (v_0(\alpha,\pi), v_1(\alpha,\pi), \dots, v_N(\alpha,\pi))^T$ – вектор размерности N+1 (T – символ транспонирования), где

$$v_i(\alpha,\pi) = \lim_{t\to\infty} v_i(t,\alpha,\pi), \;\; i\epsilon S.$$

Необходимо найти α – оптимальную нерандомизированную марковскую стационарную стратегию π^*, максимизирующую средний доход $v(\alpha,\pi)$ при произвольном начальном распределении процесса $\vec{\alpha} = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n)$, где

$$\sum_{i\in S} \alpha_i = 1, \;\; \alpha > 0, \;\; i \in S. \qquad (7)$$

Не уменьшая общности, в качестве начального распределения примем вектор $\vec{\alpha} = (1, 0, \dots, 0)$, т.е. начальное состояние системы – нормальное функционирование.

Метод решения задачи: Вероятности переходов рассматриваемого для МГНТС полумарковского процесса принятия решения в моменты скачков из состояния i в состояние j при принятии решения $k\in K_j$ определяются $(N+1)\times(N+1)$ – матрицей $P^{(k)} = \left[p_{ij}^{(k)}\right]$, которая задает так называемую вложенную цепь Маркова.

Элементы $p_{ij}^{(k)}$ при любых i, $j\in S$ и $k\in K_i$ позволяют определить по формуле (1) совместную вероятность $Q_{ij}^{(k)}(t)$ того, что длительность пребывания в состоянии i не превосходит t и из состояния i процесс переходит в состояние j с вероятностью $p_{ij}^{(k)}$ при $k\in K_j$. Функции $Q_{ij}^{(k)}(t)$ в (1) удовлетворяют условиям

$$Q_{ij}^{(k)}(0) = 0, \quad i,j \in S, \quad k \in K_j, \qquad (8)$$

$$\sum_{j\in S} Q_{ij}^{(k)}(\infty) = \sum_{j\in S} p_{ij}^{(k)} = 1, \quad i \in S, \quad k \in K_j \tag{9}$$

С помощью матрицы $Q^{(k)}(t) = \left[Q_{ij}^{(k)}(t)\right]$, называемой матрицей переходных распределений, определяется функция

$$H_i^{(k)}(t) = \sum_{j\in S} Q_{ij}^{(k)}(t), \quad i \in S, \quad k \in K_i, \tag{10}$$

являющуюся функцией распределения времени пребывания процесса в состоянии i при принятии решения $k \in K_i$.

Пусть $h_i^{(k)}(\alpha) = h_i^{(k)}(s)|_{s=\alpha}$, где $h_i^{(k)}(s)$ – преобразование Лапласа-Стильтьеса функции $H_i^{(k)}(t)$. С помощью стандартных для теории восстановления [10] рассуждений получаем следующее уравнение восстановления [7]:

$$v_i(t) = \sum_{k\in K_i} d_i^{(k)} \left(1 - H_i^{(k)}(t)\right) \frac{r_i^{(k)}}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t}) +$$

$$+ \sum_{j\in S} \sum_{k\in K_i} \int_0^t d_i^{(k)} \left\{ \frac{r_i^{(k)}}{\alpha} (1 - e^{-\alpha\tau}) + e^{-\alpha\tau} v_i(t-\tau) \right\} dQ_{ij}^{(k)}(\tau), \quad i\epsilon S \tag{11}$$

Здесь $v_i(t)$ – краткая запись суммарного среднего дохода $v_i(t,\alpha,\pi)$ за время t; $r_i^{(k)}$ – доход системы за единицу времени пребывания в состоянии i и переходе в состояние j с $k \in K_j$.

Переходя в (11) к пределу при $t \to \infty$, в поле изображений по Лапласу-Стильтьесу получим следующее уравнение

$$v_i(\alpha) = \sum_{k\in K} d_i^{(k)} \left(\rho_i^{(k)}(\alpha) + \sum_{j\epsilon S} q_{ij}^{(k)} v_i(\alpha)\right), \tag{12}$$

где $v_i(\alpha)$ – краткая запись $v_i(\alpha,\pi)$; $q_{ij}^{(k)}(\alpha) = L_{S=\alpha}^{*}\left\{Q_{ij}^{(k)}(t)\right\}$, $L^{*}(s)$ – преобразование Лапласа-Стильтьеса; $d_i^{(k)}$ $(k \in K_i)$ – стратегия системы в состоянии i;

$$\rho_i^{(k)}(\alpha) = \frac{r_i^{(k)}}{\alpha}\left(1 - h_i^{(k)}(\alpha)\right) \tag{13}$$

Пусть

$$\rho_i(\alpha) = \sum_{k\epsilon K_i} d_i^{(k)} \rho_i^{(k)}(\alpha)$$

и $\rho(\alpha) = (\rho_0(\alpha), \dots, \rho_N(\alpha))^T$, $v(\alpha) = (v_0(\alpha), \dots, v_N(\alpha))^T$. Тогда

$$v(\alpha) = \rho(\alpha) + q(\alpha)v(\alpha), \tag{14}$$

где



$$q(\alpha) = [q_{ij}(\alpha)], \quad q_{ij}(\alpha) = \sum_{k=K_i} d_i^{(k)} q_{ij}^{(k)}(\alpha)$$

Из (14) находим

$$v(\alpha) = [I - q(\alpha)]^{-1} \rho(\alpha), \tag{15}$$

где I – единичная матрица размера $(N+1)\times(N+1)$. Равенство (15) справедливо, так как матрица $[I - q(\alpha)]^{-1}$ невырожденная (т.е. ее определитель отличен от нуля).
Умножив обе части равенства на вектор начального распределения $\vec{a}$, определенный в разделе 2, получим

$$\vec{a} \cdot v(\alpha) = \sum_{i\in S} \sum_{j\epsilon\tilde{S}} \sum_{k\epsilon K_i} q_i \mu_{ij}(\alpha) \rho_j^{(k)}(\alpha) d_j^{(k)}, \tag{16}$$

где

$$[\mu_{ij}(\alpha)] = [I - q(\alpha)]^{-1} \tag{17}$$

Величины $\mu_{ij}(\alpha)$ зависят от $d^{(k)}$, $k\in K_i$, $i\in S$, так как элементы матрицы $[I - q(\alpha)]$, как и элементы $\rho_i(\alpha)$, выражаются через $d_i^{(k)}$, $k\in K_i$, $i\in S$.
Пусть $\left\{d_i^{(k)}\right\}$ $(k\in K_j)$ – нерандомизированная марковская стационарная стратегия системы в состоянии j:

$$d_j^{(k)} \in \{0,1\}, \quad \sum_{j\in S} d_j^{(k)} = 1 \tag{18}$$

Положим $x_{00} = 1$ и $x_{kj} = d_j^k$, $k \in K_j$, $j \in \tilde{S}$. Обозначим через J_k – множество комплексов мероприятий k из K. $K = \bigcup_{j\in\tilde{S}} K_j$, $m = \dim K$, используемых для ликвидации аварий типа j.
Как показано в [11], система ограничений (4)-(5) эквивалентна следующей системе детерминированных неравенств

$$\sum_{j=1}^{N} a_{kj}^{-}(\alpha_k) x_{kj} \le b_k^{+}(\alpha_k), \quad k = 1, \dots, m, \tag{19$_1$}$$

$$\sum_{j=1}^{N} a_{kj}^{+}(\alpha_k) x_{kj} \ge b_k^{-}(\alpha_k), \quad k = 1, \dots, m, \tag{19$_2$}$$

где $a_{kj}^{-}(\alpha_k)$, $a_{kj}^{+}(\alpha_k)$, $b_k^{-}(\alpha_k)$, $b_k^{+}(\alpha_k)$ есть границы замкнутых интервалов $\left[a_{kj}^{-}(\alpha_k), a_{kj}^{+}(\alpha_k)\right]$, $[b_k^{-}(\alpha_k), b_k^{+}(\alpha_k)]$, представляющие α_k – уровневые множества возможностных величин $a_{kj}(\gamma)$ и $b_k(\gamma)$, соответственно.
Максимизация суммарного среднего дохода (16) при функциях затратных ограничений вида (4)-(5) сформулируется в виде следующей задачи оптимизации для булевых переменных $x = (x_{ij}), k \in K_j, j \in \tilde{S}$ или, что все равно, $j \in J_k, k \in K$ с целевой функцией

$$f(\alpha,x)=\sum_{i\in S}\sum_{j\epsilon\tilde{S}}\sum_{k\epsilon K_j} a_i\mu_{ij}(\alpha,x)\rho_j^{(k)}(\alpha)x_{kj}\to \max, \quad (20)$$

$$\sum_{j\in J_k} a_{kj}^{-}(\alpha_k)x_{kj}\le b_k^{+}(\alpha_k)\quad (k=1,\dots,m) \quad (21)$$

$$\sum_{j\in J_k} a_{kj}^{+}(\alpha_k)x_{kj}\ge b_k^{-}(\alpha_k)\quad (k=1,\dots,m) \quad (22)$$

$$\sum_{k\in K_j} x_{kj}=1,\quad j\in\tilde{S} \quad (23)$$

$$x_{kj}\in\{0,1\},\quad k\in K_j,\quad j\in\tilde{S}, \quad (24)$$

Величины $a_{kj}^{-}(\alpha_k)$ и $a_{kj}^{+}(\alpha_k)$ определяются соотношениями:

$$a_{kj}^{-}(\alpha_k)=\sum_{i=1}^{N} p_{ij}^{(k)}\underline{a}_{kj}(\alpha_k),\quad a_{kj}^{+}(\alpha_k)=\sum_{i=1}^{N} p_{ij}^{(k)}\overline{a}_{kj}(\alpha_k)$$

$$\underline{a}_{kj}(\alpha_k)=\inf\left\{t:\mu_{a_{kj}}(t)\ge\alpha_k\right\},\quad \overline{a}_{kj}=\sup\left\{t:\mu_{a_{kj}}(t)\ge\alpha_k\right\}$$

Границы интервалов $[b_k^{-}(\alpha_k),b_k^{+}(\alpha_k)]$, зависят от границ интервалов $\left[a_{kj}^{-}(\alpha_k),\right.$ $\left.a_{kj}^{+}(\alpha_k)\right]$. Для их определения будем поступать следующим образом.

Введем множества $J_k=\{j:k\in K_j,\ j=1,\dots,N\},\ \ k=1,\dots,m.$

Тогда каждое k-е уравнение (21) при условиях (23)-(24) и дополнительном ограничении

$$b_k^{+}(\alpha_k)\ge a_{kj}^{-}(\alpha_k),\ \ \forall_j\in J_k \quad (25_1)$$

имеет базисные решения, представленные в виде

$$x_{kj_0}=1\ \text{ при }\ j_0\in J_k,\ x_{kj}=0\ \ \text{при}\ j\ne j_0, \quad (26)$$

а каждое k-е уравнение (22) при условиях (23)-(24) и дополнительном ограничении

$$b_k^{-}(\alpha_k)\le a_{kj}^{+}(\alpha_k),\ \ \forall_j\in J_k \quad (25_2)$$

имеет те же базисные решения (26), что и k-е уравнение (21).

Неравенства (25) можно использовать для определения оптимальных границ интервалов (b_k^{-},b_k^{+}) с минимальным коэффициентом нечеткости. Из (25_1) следует, что $b_k^{-}(\alpha_k)\le\min_{j\epsilon J_k} a_{kj}^{+}(\alpha_k)=b_k^{-}$, а из ($25_2$) - $b_k^{+}(\alpha_k)\ge\max_{j\epsilon J_k} a_{kj}^{-}(\alpha_k)$. Примем $b_k^{-}(\alpha_k)=\hat{b}_k^{-}(\alpha_k)$. Далее, если $\hat{b}_k^{+}(\alpha_k)>b_k^{-}(\alpha_k)$, то полагаем $b_k^{+}(\alpha_k)==\hat{b}_k^{+}(\alpha_k)$. В противном случае производится последовательное увеличение величины $\hat{b}_k^{+}(\alpha_k)=\hat{b}_k^{+}(\alpha_k)+\tau\cdot h$ ($\tau=1{,}2\dots$) с шагом h (h – малое положительное число) до тех пор, пока достигается неравенство $\hat{b}_k^{+}(\alpha_k)>b_k^{-}(\alpha_k)$. Тогда полагаем, на некотором шаге τ_0, $b_k^{+}(\alpha_k)=\hat{b}_k^{+}(\alpha_k)+\tau_0\cdot h.$



Для нахождения базисных решений системы (21) или (22) при условиях (23)-(24) целесообразно использовать подход [12], основанный на пересечении базисных решений отдельных неравенств.

В отличие от традиционного подхода решения системы псевдобулевых неравенств [13], в котором требуется решать задачу размерности $m \times N$, при использовании подхода [12] на каждом шаге вычислений достаточно решать неравенства размерности N (т.е. содержащих N переменных), при этом пересечение семейств решений осуществляется с учетом ограничений (23) для булевых переменных (24).

При $m<N$ на последнем шаге предлагаемого в [12] алгоритма пересечения базисных решений отдельных неравенств системы (21) или (22) могут появиться базисные решения с неоднозначными значениями некоторых переменных, путем перебора которых получаются однозначные решения системы. При $m=N$ на последнем шаге алгоритма всегда получаются однозначные базисные решения. Поэтому при $m>N$ нами предлагается модифицированный алгоритм базисных решений отдельных неравенств системы (21) и (22), в котором на внешнем цикле выбирается некоторый набор N неравенств, входящих в полную совокупность неравенств с индексами $k \in K$, $K=\{1, \ldots, m\}$, а на внутреннем цикле осуществляется алгоритм [12] пересечений базисных решений отдельных неравенств из выбранного набора. Внешний цикл заканчивается после полного перебора различных по составу наборов из N неравенств из совокупности неравенств с индексами $k \in K$.

Пример. Рассмотрим две возможные аварии газопровода: авария 1 (j=1) – закупорка, авария 2 (j=2) – пропуск задвижки.

Альтернативные мероприятия в случае аварии 1:

1) остановка газопровода и восстановление нормального состояния;
2) продувка газопровода;
3) применение вязкоупругой системы очистки.

В случае аварии 2:

1) остановка газопровода и восстановление нормального состояния;
2) замена задвижки.

Будем полагать, что в обеих авариях первое мероприятие - остановка газопровода – осуществляется за одно и то же время T=1 ч. Поэтому, учитывая малую стоимость соответствующих восстановительных работ по сравнению с убытками при простое системы, можно считать первое мероприятие в обоих случаях одинаковыми по затратам. Запишем мероприятия в случае аварии 1 в виде k=1, k=2, k=3, а мероприятия в случае аварии 2 – в виде k=1 и k=4. Тогда число элементов системы составит N=2, а общее число различных мероприятий для ликвидации последствий аварий из совокупности аварий $\{1,2\}$ - m=4.

Будем считать, что функция распределения $F_j(t)$ времени безотказной работы между двумя последовательными авариями типа j и функция распределения $G_j^{(k)}(t)$ времени восстановления системы после аварии типа j при принятии решения k подчиняются экспоненциальным законам с функциями интенсивности соответственно λ и $\mu^{(k)}$.

$$F_j(t) = 1 - e^{-\lambda_j t}, \; G_j^{(k)}(t) = 1 - e^{-\mu_j^k \; t},$$

где $\lambda_j = 1/T_{j1}$, $\mu_j^{(k)} = 1/T_{j2}$; T_{j1} и $T_{j2}^{(k)}$ – среднее время жизни системы между двумя последовательными авариями типа j и среднее время восстановления после аварии типа j при решении k. Пусть $d_j^{(k)}$ – нерандомизированная стационарная (с переходными вероятностями, не зависящими от времени) стратегия системы в состоянии ($j\in S$) при решении k:

$$d_j^{(k)} \in \{0,1\}, \qquad \sum_{k\in K_j} d_j^{(k)} = 1$$

Тогда закон распределения времени жизни и закон распределения времени восстановления системы в целом запишется как:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad G(t) = 1 - e^{-\mu t},$$

где $\lambda = \sum_{j=1}^{N} \lambda_j$, $\mu = \sum_{j=1}^{N} \sum_{k\in K_j} d_j^{(k)} \mu_j^{(k)}$.

Пусть T_{11}=8ч, T_{21}=8ч, $T_{12}^{(1)} = 1$ч, $T_{12}^{(2)} = 2$ч, $T_{12}^{(3)} = 1$ч, $T_{22}^{(1)} = 1$ч, $T_{22}^{(4)} = 0{,}5$ч.

Пусть далее i=0 – состояние нормального функционирования, i=1 соответствует аварии 1, i=2 – аварии 2; S={0, 1, 2}, S={1, 2}. Тогда

$$F_0(t) = F(t) = 1 - e^{-0{,}25t}, \quad F_j(t) = 1 - e^{-0{,}125t}, \ j\text{=1, 2;}$$

$$G_1^{(1)}(t) = 1 - e^{-t},\ G_1^{(2)}(t) = 1 - e^{-0{,}5t},\ G_1^{(3)}(t) = 1 - e^{-t},\ G_2^{(1)}(t) = 1 - e^{-t},\ G_2^{(4)}(t) = 1 - e^{-2t}.$$

При пропускной способности газопровода $7\cdot10^6$ м^3/день и стоимости 1000м^3 газа – 230 у.е., издержки от простоя газопровода в течении времени T=1ч составят $7\cdot10^3\cdot230/24$=66850 у.е. Обозначим через $m_{c_{kj}}$ средние затраты на мероприятие k в случае аварии j. Тогда, пренебрегая затратами на восстановительные работы в мероприятии 1, получаем $m_{c_{11}} = m_{c_{12}} = 66850$, $m_{c_{21}} = 300$, $m_{c_{31}} = 400$, $m_{c_{42}} = 600$ у.е.

Будем считать, что в состоянии i=0 принимается единственное решение (k=0) – продолжать нормальное функционирование и в этом состоянии задано следующее распределение переходных вероятностей:

$$p_{00}^{(0)} = 0{,}7,\ p_{01}^{(0)} = 0{,}1,\ p_{02}^{(0)} = 0{,}2$$

Тогда функции $Q_{ij}^{(k)}(t)$ и $H_i^{(k)}(t)$ запишутся так:

$Q_{00}^{(0)}(t) = 0{,}7(1 - e^{-0{,}25t})$, $Q_{01}^{(0)}(t) = 0{,}1(1 - e^{-0{,}125t})$,

$Q_{02}^{(0)}(t) = 0{,}2(1 - -e^{-0{,}125t})$, $Q_{10}^{(1)}(t) = 1 - e^{-t}$, $Q_{10}^{(2)}(t) = 1 - e^{-0{,}5t}$,

$Q_{10}^{(3)}(t) = 1 - e^{-t}$, $Q_{11}^{(k)}(t) = Q_{12}^{(k)}(t) = 0$ (k=1, 2, 3), $Q_{20}^{(1)}(t) = 1 - e^{-t}$,

$Q_{20}^{(4)}(t) = 1 - e^{-2t}$; $H_0^{(0)}(t) = 0{,}7(1 - e^{-0{,}25t}) + 0{,}3(1 - e^{-0{,}125t})$;

$H_1^{(1)}(t) = 1 - e^{-t}$, $H_1^{(2)}(t) = 1 - e^{-0{,}5t}$, $H_1^{(3)}(t) = 1 - e^{-t}$, $H_2^{(1)}(t) = 1 - e^{-t}$,



$H_2^{(4)}(t) = 1 - e^{-2t}$.

С учетом соотношений $x_{00} = 1$, $x_{kj} = d_j^{(k)}$, $k \in K_j$, $j \in \tilde{S}$, элементы матрицы $[I - q(\alpha, x)]^{-1} = [\mu_{ij}(\alpha, x)]$ $(i, j \in S)$ записываются так:

$$\mu_{10}(\alpha, x) = \frac{1}{D(\alpha,x)}\left(\frac{x_{11}+x_{31}}{\alpha+1} + \frac{x_{21}}{\alpha+0,5}\right),$$

$$\mu_{11}(\alpha, x) = \frac{1}{D(\alpha,x)}\left(1 - \frac{0,175}{\alpha+0,25} - \frac{0,025}{\alpha+0,125}\left(\frac{x_{12}}{\alpha+1} + \frac{2x_{42}}{\alpha+2}\right)\right),$$

$$\mu_{12}(\alpha, x) = \frac{1}{D(\alpha,x)} \cdot \frac{0,025}{\alpha+0,125}\left(\frac{x_{11}+x_{31}}{\alpha+1} + \frac{x_{21}}{\alpha+0,5}\right), \ \mu_{20}(\alpha, x) = \frac{1}{D(\alpha x)}\left(\frac{x_{12}+x_{31}}{\alpha+1} + \frac{2x_{42}}{\alpha+2}\right),$$

$$\mu_{21}(\alpha, x) = \frac{1}{D(\alpha,x)} \cdot \frac{0,0125}{\alpha+0,125}\left(\frac{x_{12}}{\alpha+1} + \frac{2x_{42}}{\alpha+2}\right),$$

$$\mu_{22}(\alpha, x) = \frac{1}{D(\alpha,x)}\left(1 - \frac{0,175}{\alpha+0,25} - \frac{0,0125}{\alpha+0,125}\left(\frac{x_{11}+x_{31}}{\alpha+1} + \frac{x_{21}}{\alpha+0,5}\right)\right),$$

$$D(\alpha, x) = -\frac{0,025}{\alpha+0,125}\left(\frac{x_{12}}{\alpha+1} + \frac{2x_{42}}{\alpha+2}\right) + 1 - \frac{0,175}{\alpha+0,25} - \frac{0,0125}{\alpha+0,125}\left(\frac{x_{11}}{\alpha+1} + \frac{x_{21}}{\alpha+0,5}\right).$$

Величины $r_i^{(k)}$ имеют значения (у.е): $r_0^{(0)} = 66850, r_1^{(1)} = -66850, r_1^{(2)} = -150, r_1^{(3)} = -400, r_2^{(1)} = -66850,\ r_2^{(4)} = -1200,$ а величины $\rho_i^{(k)}$ записываются в виде:

$$\rho_0^{(0)}(\alpha) = \frac{66850}{\alpha}\left(1 - \frac{0,175}{\alpha+0,25} - \frac{0,0375}{\alpha+0,125}\right),\ \rho_1^{(1)}(\alpha) = -\frac{66850}{\alpha}\left(1 - \frac{1}{\alpha+1}\right),$$

$$\rho_1^{(2)}(\alpha) = -\frac{150}{\alpha}\left(1 - \frac{0,5}{\alpha+0,5}\right),\ \rho_1^{(3)}(\alpha) = -\frac{400}{\alpha}\left(1 - \frac{1}{\alpha+1}\right),$$

$$\rho_2^{(1)}(\alpha) = -\frac{66850}{\alpha}\left(1 - \frac{1}{\alpha+1}\right),\ \rho_2^{(4)}(\alpha) = -\frac{1200}{\alpha}\left(1 - \frac{2}{\alpha+2}\right).$$

Применяя описанный выше метод пересечения базисных решений к системе неравенств (21) при условиях (23)-(24), α=0,1, α_k=0,8 (k=1, …. m) и коэффициентах нечеткости $\beta_k=1$ величин c_{kj} (j=1, …, N; k=1, …. m), получим следующие значения булевых переменных $\{x_{kj}\}$

1) $x_{11} = 1, x_{42} = 1$; 2) $x_{21} = 1, x_{12} = 1$; 3) $x_{21} = 1, x_{42} = 1$; 4) $x_{31} = 1, x_{12} = 1$;

5) $x_{31} = 1, x_{42} = 1$ (27)

(не указанные переменные в каждом решении равны нулю).

При α=0,1 (что соответствует инфляции, равна 10%) и начальном распределении a=(1, 0, …, 0) целевая функция $f(\alpha, x)$ в (20) принимает соответствующие найденным базисным решениям следующие значения.

f_1 = –48753,6; f_2 = –5325890,7; f_3 = –14011,6; f_4 = –23789,9;

f_5 = –175,2 у.е. (28)

Таким образом, при указанных выше значениях α, α_k (k=1, …. m), β_k (k=1, …. m) и $m_{c_{kj}}$ (j=1, …, N; k=1, …. m) оптимальной нерандомизированной марковской стационарной стратегией будет стратегия: $x_{11} = 0$, $x_{21} = 0$, $x_{31} = 1$, $x_{12} = 0$, $x_{42} = 1$, соответствующая базисному решению {{3}, {4}} для системы неравенств (21) при условии (23)-(24). Как

было указано выше, при предложенном выборе оптимальных значений $b_k^-(\alpha_k)$ и $b_k^+(\alpha_k)$ система неравенств (22) при условиях (23)-(24) имеет те же базисные решения (27).

Заключение: Предложенный метод построения оптимальной нерандомизированной марковской стационарной стратегии для решения задачи управления рисками в магистральных газонефтетрубопроводных системах при возможностном условии ограниченности средств основан на применении полумарковской модели принятия решений для управляемого марковского процесса в непрерывном времени с дисконтированным средним доходом и решении задачи возможностной оптимизации с нелинейной целевой функцией.

Данный метод может быть использован в любой отрасли промышленности при решении задачи управления технико-технологическими рисками, связанными с возможными авариями в условиях нечеткого задания удельных затрат на мероприятия по их предотвращению или ликвидации последствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Расчеты в условиях риска и неопределенности в нефтегазовых технологиях. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета. 2005. 220 с.
2. Bellman R., Zadeh L.A. Decision-making in a fuzzy environment// Managements Science, 1970, V.17, p. 141-162.
3. Zadeh L.A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility//Fuzzy Sets and Systems 100 Supplement (1999). 9-34 North-Holland.
4. Cai K.Y. Q-Scale Measures of Fuzzy Sets//Fuzzy Sets and Systems, 1994, vol.66, pp. 59-81.
5. Язенин А.И. Методы оптимизации и принятия решений при нечетких данных. Дис. на соиск. уч. степени докт. физ. мат. наук. – Тверь, 1995.
6. Дышин О.А., Азизов И.А. Полумарковские модели управления рисками в магистральных газонефтетрубопроводных системах //Электронное моделирование. 2010, Т.32, №2, с. 15-30.
7. Майн Х., Осаки С. Марковские процессы принятия решений //Пер. с англ. – М.: Наука, 1977 – 176 с.
8. Королюк В.С., Турбин А.Ф. Полумарковские процессы и их приложения. – Киев: Наук. думка, 1976. – 184 с.
9. Ross S.M. Average Cost Semi-Varkov Decision Processes //Journal of Applied Probability. – 1970. – vol. 7. - №3.
10. Кокс Д.Р., Смит В.Л. Теория восстановления. Пер. с англ. М.: Сов. радио, 1967. – 298 с.
11. Yazenin A.V. On the problem of possibilistic optimization //Fuzzy Sets and Systems 81 (1996), 133-140.
12. Городецкий В.И., Лебедев А.И. Пономарев В.В. Псевдобулевые методы бивалентного программирования в задачах структурного синтеза АСУ //Сб. «Автоматизированные системы управления». Вып. 4. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1977, с. 50-55.



13. Саати Т. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы /Пер. с англ. – М.: Мир, 1973.

Tədqiqat işi Azərbaycan Respublikasının Prezident yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə dəstəyi ilə həyata keçirilib - Qrant No EIF-MQM-ETS-2020-1 (35) -08 / 04 /1-M-04

RISK MANAGEMENT IN MAQISTRAL GAS AND OIL PIPELINE SYSTEMS WITH POTENTIAL COST CONSTRAINTS

[1]Oleq Dyshin, [2]Ibrahim Habibov, [3]Camaladdin Aslanov, [4]Sevda Aghammadova

[1]Senior Researcher, Research Institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry", Azerbaijan.
[2]Professor, “Engineer and Computer Graphics”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of technicalsciences, Azerbaijan.E-mail:h.ibo@mail.ru. https://orcid.org/0000-0003-3393-7812
[3,4]Dosent, Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidateof technicalsciences, Azerbaijan.

ABSTRACT

The problem of managing technical and technological risks in main gas and oil pipeline systems, subject to the possibility of limited funds allocated for the prevention and elimination of the consequences of accidents, is considered in the form of a semi-Markov decision-making model for a controlled Markov process in continuous time with the criterion of the maximum average discounted income. To find the optimal nonrandomized Markov stationary strategy, a procedure is proposed based on reducing the formulated fuzzy problem to an equivalent Boolean programming problem with deterministic constraints. To solve the resulting system of inequality constraints, an algorithm has been developed for finding basic solutions for an arbitrary number of accidents and measures to eliminate them.
The numerical implementation of the proposed approach is implemented for the real problem of risk management in the main gas pipeline with unclear cost constraints.
Keywords: semi-Markov decision-making process, Markov stationary strategy, feasibility optimization, basic solutions to inequalities.

YÜKSƏK XROMLU AĞ ÇUQUNLARIN ABRAZİV YEYİLMƏYƏ DAVAMLILIĞINA KARBONUN MİQDARINDAN VƏ ABRAZİV ŞƏRAİTDƏN ASILILIĞINA TƏDQİQİ

[1]Ağəli Quliyev, [2]Zəka Səlimov
[1]Dosent, "Materiallar və emal texnologiyaları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Texnika üzrə elmlər namizədi, Azərbaycan.
[2]Dosent, "Materiallar və emal texnologiyaları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, Azərbaycan.

XÜLASƏ

Məqalədə abraziv yeyilməyə davamlı ərintilərin tərkibi xassələr araşdırılması ilə yanaşı yüksək xromlu ağ çuqunların abraziv yeyilməyə davamlılığının karbonun miqdarından və karbit və hissəcik asılılığına abrziv hissəciklərin təsiri hallarında abrziv yeyilmə əsaslanmış təsirinin öyrənilməsi vacib sayılmışdır.
Eyni zamanda 1,5 – 30%Mo olan ağ çuqunların yayılmağa daha yüksək olmalığı emala uğradılmış martensit çuqunların yayılmağadavamlı daha asanlaşmışdır.
Açar sözlər: neft qazma avadanlıqları yüksək xromlu ərinti, abraziv hissəcik, yayılmağadavamlılıq, bərklik, erroziya əmsalı, abraziv şərait.

Aparılan çoxlu sayda analizlər göstərir ki, müxtəlif istehsal sahələrində neft o cümlədən neftqaz – kimya maşın qayırmasında detalların işçi sırasından sıxmasına səbəb onların işçi sətinin yeyilməsinin baş verməsidir.
1. Bildiyimiz kimi neft-mədən avadanlıqlarının detallarının yeyilmə növlərinin təsnifatından bəllidir ki, ən xarakterik yeyilmədən biridə abraziv yeyilmədir. Bu növ yeyilmə materialın mexaniki yeyilməsi kimi başa düşülür. Burada sərbəst və bərkidilmiş halda bərk hissəciklər əsasən kəsici və ya cızıcı xarakterli olmaqla abraziv yeyilməni yaradır və detal çətin ölçülərin itirir və ya digər hallar baş verir. Belə yeyilməyə dərinlik nasoslarının silindirini, spirintirini sipər və yəhər və.s avadanlıq detallarında müşşahidə olunur.
2. Neft qazma və istismar avadanlığı üçün xarakterik olan abraziv yeyilmə sürtünmə və yeyilmənin xüsusi növünü təşkil edir. Məlumdur ki, abraziv yeyilməyə davamlı dəmir-karbon ərintilərini kimyəvi tərkibinə, xassələrinə birinci növbədə bərkliyinə və işçi xarakteristikalarına görə əsasən qruplara bölünür.
3. Abraziv yeyilməyə davamlığın getdikcə azalması prinsipinə əsaslanmış bu bölünmə cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi müəyyən təyinat üçün material seçdikdə onun abraziv yeyilməyə davalılığından əlavə möhkəmliyini və özlülüyünü də nəzərə almaq lazımdır.
4. Onuda bilmək lazımdır ki abraziv yeyilmənin yaradan təsirlər müəyyən edilməlidir. Tədqiqatlara əsaslanıb kontreysmik kəsici yüksək gərginlik sərbəst yaxud bərkidilmiş abrazivin sürətli və zərbəli hissəciyin korroziya ilə birliktə təsirlərini aşkarlamaq olmuşdur. Bu təsirlərə qarşı abraziv yeyilmənin qarşısını alan polad və çuqun əsaslı müxtəlif ərintilərin seçilməsi və tədqiqi məqalənin əsas məqsədlərindən biridir.



Cədvəl 1. Abraziv yeyilməyə davamlı dəmir karbon ərintilər.

No	Ərintinin növü	Bərklik, H 13
1	Yüksək xromlu martenzitli ağ çuqun	461-767
2	Orta legirlənmiş martenzitli ağ çuqun	514-682
3	Perlit ağ çuqunlar	321-534
4	Yüksək karbonlu martenzit poladları	514-712
5	Ağ manqallı anstenit poladları	180-200
6	Yüksək karbonlu perlit poladları	255-444
7	Az və orta legirlənmiş martenzit poladlar	321-601
8	Ağ karbonlu yanmış poladlar	137-253

Qeyd: Yeyilməyə məruz qalmış səthin bərkliyi ilkin 180-200 H13 dən 450-500 HB qədər artır.

Metodika: Yüksək xromlu çuqunlar abraziv yeyilməyə davamlığının öyrənilməsidə digər materiallarda olduğu kimi səthin xassələrindən asılıdır. Burada abrazivin bərkliyini dəyişməklə ağ çuqunun yeyilməyədavamlılığın dəyişmək mümkündür. [5,6] bəzən isə eyni bərklikli müxtəlif kimyəvi xassələrdə fərqli nisbi yeyilməyədavamlılığına malik olur. Müxtəlif sürtünmə cütləri yeyilməyədavamlığını öyrənmək olur ekspermentlər abrazivsiz və abrzivli mühitdə yerinə yetirilmişdir. Abrazivsiz sürtünmədə 40 x 30 x 25 qəbul edilmişdir. Yeyilməyədavamlığın öyrənilməyində yüksək 152CR – 3% No tökmə çuqun və TBR (yük KZ cəryanla) toplanmış diyircək modifiksiya olunmuş çuqundan olur və diyircəkləri ilə müqayisə olunur. Modifiksiya olunmuş çuqun diyircəklər termini emaldan keçirilməklə HCR 40-55 bərkliyi təmin edilir. Etalon diyircəyini yeyilməyə davamlığı vahid qəbul edir. [Z] Sınaqdan keçirilən diyircəklərin bərkliyi isə 55-62 HRC seçilmişdir. Diyircəklərin mikrometrlənməsi ТИС-11 markalı mikroskopik kələ profillərin maksimal olur. Yüksək xromlu və digər çuqunlarda kimyəvi tərkibi ПРА 7000 spektometrlerde aşkarlanmışdır. Cədvəl 2.

Yeyilməyə davamlılıq abraziv yeyilməyə materialların xassələri qiymətləndirməsi üçün xüsusi qurğuda yerinə yetirilir. [8].

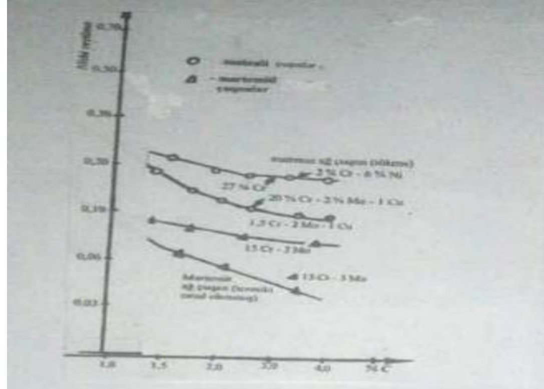
Təqdimatda austenik poladların əvəzinə tərkibində 12-20% Cr və 1-3% Mo olan ağ çuqunlardan istifadə edilmişdir. Bir çox hallarda avraziv yeyilməydavamlı materiallar nəticəsində bərkliyi azaldılması kövrəkləşmə baş verməsi tələb olunur.

Odur ki, abraziv yeyilməyədavamlılıq ərinti tərkibindəki karbonun miqdarından asılılığı göstərmişdir.
Ağ çuqunların tədqiqatı isə göstərir ki, onların intensivliyini karbonun miqdarından asılı olaraq dəyişməsi poladlardan fəqrlənmir və əyri xətt şəkli alır.

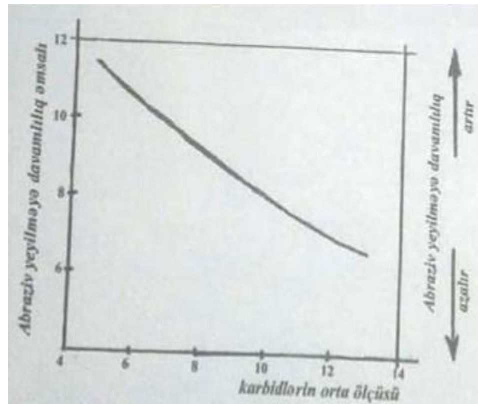
Cədvəl 2. Yüksək xromlu martensit sinifli ağ çuqunların kimyəvi tərkibi.

Ərinti	Kimyəvi tərkibi						Bərklik HB
	C	Mn	Sr	Cr	Mo	Cu	
15 Cr – 3 Mo	2,4-3,6	0,7	0,6	15	3		601-767
15 Cr – 2m – 1a	2,4	0,7	0,6	15	2	1	627-712
20 Cr – 2m – 1c	2,8	0,7	0,6	20	1,7	1	627-712
12 Cr - Mo	3,2	0,7	0,6	12	0,5		627-712
(25-32) Cr	3,3	0,6	1,5	8		6	461-627

Tərkibində 12-20% Cr və 1,5-30% Mo olur ağ çuqunlar abraziv yeyilməyə daha yüksək davamlılığ göstərir. Termini emala martensit çuqunların yeyilməsidavamlılığı austenit çuqunlardan daha yüksəkdir odur ki, belə çuqunlardan dəyirmanların lövhələrinin hazırlanması üçün tətbiqi yüksək nəticə verir.
Tədqiqat nəticəsində aydın olmuşdur ki, microstrucda olan martensit kristal qəfəsi austenit kristal qəfəsinə nisbətən yeyilməyə daha davamlıdır. Yeyilməyədavamlılığın kristal qəfəsinin mikrobərkliyi artması ilə yeyilməyədavamlılığın xətti artımını göstərir digər tərəfdən strekturda olan kobud hissəciklərinin artması yeyilməyədavamlılığın azalmasına səbəb olur karbid fazasının miqdarı da yeyilməyədavamlılığına təsir göstərir. Strukturda karbidlərin miqdarı həcmcə 30% qədər artdıqca yeyilməyədavamlılığına artır, lakin karbidlərin miqdarını sonrakı artımı yeyilməyədavamlılığa nəzərə çarparaq təsir göstərmir. Kiçik təzyiq altında yeyilmə prosesində abrazivin quru, yaş halında ola bilməsi ilə yanaşı abrazivin həmçinin vacib sürəti və zərbə bucağı həmçinin suspeuziya halınd olun abrazivdə hidrogen ionlarının tərkibi də dəyişə bilən pavometrlərdir.
Yüksək xromlu martensit strukturunda birinci və ikinci karbidlərin (Car M C3 kiçik gərginlik təsiri altında abraziv yeyilməyə yüksək davamlılığı ilə tanınmışdır. Bundan əlavə həmin çuqunlar yüksək gərginlik altında ovulma nəticəsində çökəklər (boşluqlar) əmələ gəlməsi halında da abraziv yeyilməyə davamlılığını saxlayan biri onların yaxşı termini emal qabliyyətinə malik olmasıdır. Belə ki tərkibində %-lə 15er – 3Mo olan çuqunlar tam tablandırmaqdan sonra bütün qara metal davamlı material hesab olunur. Odur ki, belə tərkibli materiallar zətbə stonqları zərbə dəyirmanları və.s kimi hissələrin hazırlanması üçün tətbiq edilir. Bu materialların yüksək abraz yeyilməyə davamlılığını onun tərkibində 3-3-3,6 C olunması isə izah edilə bilər. Lakin miqdarı çox olması ilə əlaqədar bir çox qalın divarlı töküklərə uğramışdır.



Şəkil 1. Yüksək xromlu çuqunların abraziv yeyilməyə davamlılığının karbonun miqdarından asılıdır.



Şəkil 2. Tərkibində 12-14 % Cr olan ağ çuqunların abraziv yeyilməyə davamlılığını karbid hissəciklərinin ölçülərindən asılılığı.

Yeyilməyədavamlılğın maksimum qiymətini təmir etmək üçün protit və.s azad olan martensit faza qəfəsi miqdar molibenin əlavə edilməsi perlifdən azad olmaq üçün müsbət şərait bilən lakin karbonun miqdarının yüksək olunması bir çox hallarda prelit əmələ gəlməsinin qarşısını almağa imkan vermir ümumiyyətlə Mo,N,Cu, və Mu kimi elementlərin ayrı ayrılıqda və ya compleks tətbiqi prelit əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün yaxşı vasitə sayılır. Lakin Mu və Ni, eləcədə az miqdarda Cu termini emal edilmiş çuqunların struksurunda qalıq olur. Belə qalıq austeniti abraziv yeyilməyədavamlılığını kəskin sürətlə aşağı salır. Odur ki, Mu, Ni və Cu kimi elementlərin miqdarı ciddi məhdudlaşdırılmalıdır. Əslində qalıqaustenitik saxlanması üçün miqdarından 1,2 % dən artıq olması məsləhət görülür. Belə ki, tərkibində 1,5 – 2%Mo və 1,0 Cu olan ərintinin hesablamaq qabliyyəti tərkibində 3,0% Mo olan ərintiyə nisbətən daha yüksəkdir. Buna görə də legirləyici element olaraq Mu-Cu tətbiq edilir.

Tərkibində 27% olan çuqunlar 15 Cr 3no və onun təkmilldirilmişnövbələrinə nisbətən yeyilməyə az davamlıdır. Lakin hidrogen ionlarının zəificonseutrasiyasımühitində abraziv yeyilməyə yüksək xromlu (27% Cr) çuqunların tətbiqi daha məqsədə uyğundur.

Son zamanlarda işlənmiş və istehsalak tətbiq edilməsi üçüntövsiyyə edilmiş xrom çuqunlardan 8Cu – 6Nc tipli ərintini göstərmək olan 15Cr – 3Mo çuqunundan fərqlənməyən

bu çuqunların yaxşı zərbə özlüyünə malik olması onun 4Ni – 2Cr ərintisi əvəzinə istifadə edilməsinə imkan verir.
Yuxarıda deyildiyi kimi yeyilmə prosesində abraziv halından asılıdır. Belə halda və ya şəraitdən biri müxtəlif çuqunların abraziv yeyilməsinin bəzi poladlarla müqayisəsidir.

Cədvəl 3. Çuqun və polad nümunələrdə abraziv yeyilmənin müqayisəsi

No	Ərinti	Bərklik HV	Erroziya əmsal
1	Ağ çuqun (15%Cr,37No)	886	7,44
2	Çuqun(25%Cr, 2,03C)	634	3,80
3	Polad(6%Cr,1%Mo,0,96%)	698	3,01
4	Polad(35%Cr, 0,50%C)	624	2,18
5	Az karbonlu polad	164	1,00

Nəticə: 1. Tədqiqat nəticəsində aydın olunmuşdur ki, kontcismin kəsici təsiri nəticəsində ərintinin səthində boşluqların yaranması ilə əlaqədar yayılma baş verir. Boşluqların əmələ gəlməsi ilə yayılmaya məruz qalanhissələlərin hazırlanması üçünaustenit poladların əvəzinə martensit sinifli legirməyən çuqunlardan istifadə daha effekt verir.
C 12 – 20 Cr , 1-3% Mo
2. Göstəriləndir ki, yeyilməyədavamlılığın maksimum qiyməti təmir etmək üçünperlitdən və digər çevrilməfazalarından azad olan martensit faza qəfəslisturutualmaq lazımdır. Əlavə daxil edilməsi perlitdən azad olmaq üçün məruz şərait yarada bilər.
3. Aşkarlanmışdır ki, Ni, Cu, kimi elementlərin miqdarı ciddiməhdudlaşdırılmalıdır. Əks tədqirdəemal olunmuş çuqunlardan qalıq auntensitinvə stabilləşməsinə gətirib çıxarır.
4. Karbonun miqdarının yüksək olması bir çox hallarda perlit əmələ gəlməsindənMo,Ni,Cu elementlərinin ayrı ayrılıqda və ya komplesiv tətbiqi əmələ gəlməsinin qarşısını alır.
5. Aydın olunmuşdurkisturukturda miqdarı həcmcə 30% ə qədər artdıqca yeyilməyədavamlılığ və sonrakı artım yeyilməyədavamlılığa nəzərə çatacaq təsr göstərilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Бабаев С.Г , Керимова А.С , Товыщение кагества и надежности нефтер омысленного обо рудованих Баку элм 1996, 562
2. Джанахтедов А.Х Нефт яная трибагогия Баку элм 2003, 826-с
3. İsmayılov V.Ə, Babanlı M.B, Ərintilərin plastiki və termiki emallı Bakı Çaşıoğlu, 2013, 310c
4. Когаев Б.П, Дроздов, Троцность и износостойкость деталей мащин. 1991-319c
5. Виноградов Б.Р, Сорокин Г.М, Колокалвников М.Г. Абразивное изнащивание: мащиностроение, 1990-224c
6. Крачельский Н.В, Михин Н.М, Узлытрения мащин. Спровочник М. мащиностроения 1984-280c
7. Абразивное изнамивание – гост 16429-70



8. А.А Гулиев, А.Т Малидов и др. Устройство для оценки притствозадирных свойств материалов пресформ Аз НИИНТИ, БАКУ, 1991. 4С

9. A.Ə Quliyev, S.M Mustafayev, S.Ə Qasımov, Abraviz yeyilməyə uğradılmış çuqunların metalloqrafik tədqiqi. Azərbaycan texniki məktəblərinin xəbərləri N(26) ADNA, Bakı 2003, 529 – 33 .

STUDY OF HIGH CHROME WHITE SHEEP DEPENDENCE ON CARBONE QUANTITY AND ABRAZIVE CONDITIONS

[1]Aghali Quliyev, [2]Zaka Salimov

[1,2]Assistant professor, Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of Technical Sciences, Azerbaijan. E-mail: seva-abasova@mail.ru. http://orcid.org/0000-0002-7531-3429

ABSTRACT

In addition to studying the properties of abrasive corrosion-resistant alloys, the article considers it important to study the abrasive corrosion-based effect of abrasive corrosion resistance of high-chromium white cast iron on the amount of carbon and the dependence of abrasive particles on carbide and particle dependence.

At the same time, the spread of white cast iron with 1.5 - 30% Mo is higher, which makes it easier to spread the processed martensite cast iron.

Açar sözlər: oil drilling equipment high chromium alloy, abrasive particle, diffusion resistance, hardness, erosion coefficient, abrasive conditions.

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

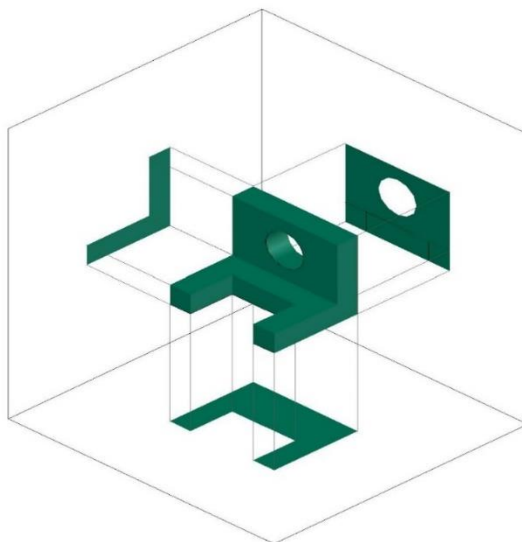
İKİ KAMERADAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ OBYEKTLƏRİN 3D-MODELİNİN QURULMASI

Gülnarə Feyziyeva
Assistent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. Azərbaycan.
E-mail: gulnara.ehmedova@mail.ru

XÜLASƏ

Son 20 il ərzində 3D (üçölçülü) texnologiyası obyektlərin rəqəmli modelinin yaratmasında mütərəqqi metod kimi geniş tətbiq tapmışdır. Elmin bu istiqaməti texniki, kosmik sahələrlə yanaşı apxetektura, muzey eksponantlarının və digər mədəni sərvətlərimizin rəqəmli məlumatlar şəklində saxlanması və qorunmasında istifadə olunur.
Hal-hazırda obyektlərin rəqəmli modellərinin qurulmasında geniş sektorlu üsul sırasında dəqiq təsvirlərin alınmasında lazer skanlaşdırmaya əsaslanan metod xüsusi önəm kəsb edir. Metodun tətbiqinin məhdudiyyəti maliyyə və iqtisadi problemlərlə əlaqəli olmasına baxmayaraq, məlumatların dəqiqliyi, müxtəlif redaktor və proqramların tətbiqi ilə süni əşyaların, personajların yaradılması, onların animasiyası, eləcə də real əşyalarla, interyerlə ahəng təşkil etməsi bu texnologiyanın yayılmasında əsas faktorlara çevrilmişdirlər.
Məqalədə üçölçülü qrafik redaktorlarının köməyi ilə modelin 3D görünüşünü iki kameradan istifadə etməklə alınması prosesinin təhlili aparılmışdır.
Açar sözlər: 3D texnologiya, rəqəmli model, qrafiki təsvir, Monj metodu, modelləşdirmə.

Mövzunun aktuallığı: Üçölçülü qrafika –Mühəndis qrafikası kursunun bir istiqaməti olan kompüter qrafikası bölümünün tərkib hissəsi olmaqla obyektin üç ölçülü sistemdə modelləşdirilməsini (3D modelinin) təmin edir.
3D-qrafika – əsasən irihəcmli obyektlərin yaradılmasında istifadə olunan üsul və alətlər məcmusu olub stereoskopik təsvirləri yenidən canlandırmağa imkan verən displeylərin qeyd olunması üçün istifadə olunur.
Obyektin üçölçülü modelinin yaradılması prosesinə 3D-modelləşdirmə deyilir. Hazırda 3D kimi təqdim olunan modelləşdirmə XVIII əsrdə fransız riyaziyatçısı Qaspar Monj ortoqonal proyektləndirmə üsuluna (Monj metodu) əsaslanır. Monj metodu mühəndis layihə, proyekləndirmə və təsvirlərin anlaşılan dərəcədə qurulmasında inqlabi addım atmaqla yeni bir elmin Tərsimi həndəsənin əsasını qoymuşdur. Bu metoda əsasən cismin iki proyeksyasına nəzərən üçüncüsünu qurmaq və tam təsvirini yaratmaq münkündür [1].
Üçölçülü skaner stereofotoqrammetrik iş prinsipinə əsaslanır. Yəni insan iki gözünün köməyi ilə elementin yerləşməsini necə seçə bilirsə, 3D skanerdə nöqtənin koordinatlarını iki kamera vasitəsiylə komputerə eyni ilə ötürür və alınmış təsvir reallığı düzgün əks etdirəməyə zəmin yaradır. Kameralarda əlavə yüksək dəqiqlik və etibarlılığın artırılması üçün işıqlandırma sisteminin düzgün (cihazın) seçilməsi olduqca vacib mərhələlərdəndir.
Şəkill 1-də nümunəvi obyekin tam təsviri (aksonometriyası) və proyeksiyaları arasındakı əlaqə göstərilmişdir.



Şəkil1. Nümunəvi obyektin aksonometriyası və proyeksiyaları arasındakı əlaqə.

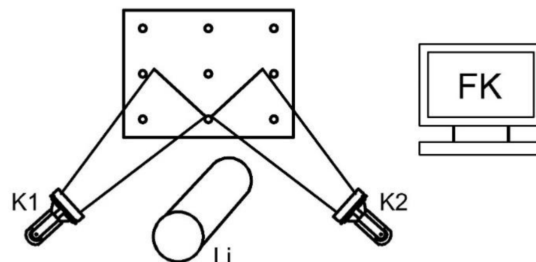
Skan olunmuş obyektin səthində alınan təsvir üç ölçülü skan tərəfindən lazımı məsafədə müəyyən edilir. Bu məsafə tələb olunan obyektin ölçülərindən, dəqiqliyindən və alınan modelin sıxlığından asılı olaraq dəyişir. Nümunə olaraq mobil telefonlarda bu məsafə təqribi 0,4 m-dir. Oyektin yerləşməsinin düzgün müəyyən edilməsi önəmli faktorlardandır [2]. O çəkiliş zamanı tərpənməməlidir. İşçi pozisiya seçildikdən sonra skanlaşma prosesi başlayır. Fotoların ilkin emalından sonra (təmizlənməsi) onun üçlü koordinat nöqtələri hesablanir və nöqtələr toplusundan səthin modeli qurulur. Düzgün obyekt almaq üçün müxtəlif profillərdən şəkilləri çəkilir. Obyektlərin rəqəmli modellərinin qurulmasında geniş sektorlu üsul sırasında dəqiq təsvirlərin alınmasında lazer skanlaşdırlaya əsaslanan metod xüsusi önəm kəsb edir.

Tədqiqat işin məqsədi. Üçölçülü qrafik redaktorlarının köməyi ilə modelin 3D görünüşünü iki kameradan istifadə etməklə alınması prosesinin təhlili.

Tədqiqatın nəticələri və müzakirəsi. Aparılmış araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, 3D modelləşdirmə aşağıdakı hallarda təmin olunur:

1. Məhsulun fiziki və texniki xüsusiyyətlərinin orijinal ölçüdə, materialda və konfiqurasiyada yaradılmasına qədər qiymətləndirilməsinə ehtiyac yarandıqda;
2. Yeni obyektin (interyerin) 3D modelini yaratmaq lazım gəldikdə.

Tədqiqat işində obyektin rəqəmli modelinin qurulması üçün lazer işıqlandırmadan (Lİ) şəraitində stereofotoqrammetrik metoddun tətbiqindən istifadə etməklə aparılmışdır. Metodun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, obyektin səthin sinxron çəklişini aparılmaqla onun bütün nöqtələrinin korrdinatları iki kameranın (K1 və K2) köməkliyi ilə müəyyən edilir və kompüterin ekranında (FK) üçölçülü sistemdə tam təsviri qurulur. Şəkil 2-də iki kameradan istifadə etməklə obyektlərin 3D-modelinin qurulmasının prinsipial sxemi verilmişdir.



Şəkil 2. İki kameradan istifadə etməklə obyektlərin 3D-modelinin qurulmasının prinsipial sxemi.

Obyektə mənsub olan nöqtələrin koordinatlarını stereocüt fotolarda uyğunluğun nəzərə alınmaqla müəyyən edilir. Bu nöqtələr lazer işiqlanma sistemi vasitəsilə təsviri ölçülən səthlərdən əks alınan ən parlaq şüa dəsti qəbul olunur. Sonra sterofotoqrammetrik ifadələrdən istifadə edərək və kameranın obyektin xarici ölçülərinə istiqamətlənmiş elementlərinin məlum olduğu nəzərə alınmaqla hər bir nöqtənin iki koordinatına görə fəzadakı koordinatları müəyyən olunur. Alınmış nəticələr kompüterə ötürülür və xüsusi proqramlardan istifadə edərək monitorda üçölçülü modeli yaranır.

Nəticələr: 1. İki kameradan istifadə etməklə obyektlərin 3D-modelinin qurulması neftqazmədən praktikasında istifadəsi mükündür və olduqca aktualdır.
2. Müasir proqram təminatının tətbiqi və professional tərtibat təkcə obyektin özünü deyil, eyni zamanda onu əhatə edən elementləri də reallığa maksimal dərəcədə yaxınlaşmasına köməklik göstərir.
3. Üçölçülü modelləşdirmə layihələşdirilən obyektin daxili və xarici görünüşünü istənilən hündürlükdən və bucaq altında alınmasına imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Həbibov İ.Ə. Mühəndis qrafikası. Bakı: ADNA-nın mətbəəsi. 2011, -164 s.
2. Хейфец А.Л., Логиновский А.Н., Буторина И.В., Васильева В.Н. «Инженерная 3D-компьютерная графика», 2015, 464 с.



CREATING A 3D MODEL OF OBJECTS USING TWO CAMERAS

Gulnara Feyziyeva
Assistant, "Industrial machines" department, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan.
E-mail: gulnara.ehmedova@mail.ru

ABSTRACT

Over the past 20 years, 3D (three-dimensional) technology has become widespread as an advanced method for creating digital models of objects. This direction of science is used not only in the technical and space fields, but in the storage and protection of pharmaceuticals, museum exhibits and other cultural values in the form of digital data.
Currently, the method based on laser scanning is of particular importance for obtaining accurate images among wide-sector methods for constructing digital models of objects. Although the limited application of the method is associated with financial and economic problems, the accuracy of data, the creation of artificial objects, characters using various editors and programs, their animation, as well as harmony with real objects and interiors have become key factors in the spread of this technology.
The article analyzes the process of obtaining a three-dimensional image of a model using two cameras using three-dimensional graphics editors.
Keywords: 3D technology, digital model, graphic representation, Monge method, modeling.

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

PLAZMA ÜSULU İLƏ PİSTONLU NASOSLARIN SİLİNDR-OYMAĞININ YEYİLMƏYƏ DAVAMLIGININ ARTIRILMASI

[1]Nazim İbrahimov, [2]Məleykə Məmmədova

[1]Dosent, "Merialşünaslıq və emal texnologiyaları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Texnika üzrə elmlər namizədi, Azərbaycan.

[2]Magistr, "Merialşünaslıq və emal texnologiyaları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan.

E-mail: [1]ibrahimov.2015@ mail.ru; [2]meleykememmedovamm98@gmail.com

XÜLASƏ

Bu məqalədə pistonlu nasosların silindr-oymağının yeyilməyə davamlığının artırılması üçün plazma püsgürtmə üsulu ilə xususi rejimdə təbəqənin alınmasının tədqiqi yerinə yetirilmişdir. Nikel, xrom, molibiden və volfram ovuntularından istifadə edərək yeyilməyə və möhkəmliyə davamlı təbəqə alınmışdır .Bu təbəqənin qalınlığından asılı olaraq bərkliyin qrafiki asıllığı təqdim olunmuşdur .Bu qrafiklə bərklikdən asılı olaraq yeyilməyə davamlığı təyin etmək mümkündür.

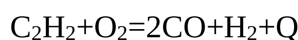
Açar sözlər: Pistonlu nasos, silindr-oymaq, plazma üsulu, nikel, xrom, molibiden və volfrom ovuntuları, yeyilməyə davamlıq, bərklik, təbəqənin qalınlığı, qrafiki asıllıq.

Mövzunun aktuallığı: Pistonlu nasosların silindr- oymağının daxili səthlərində yaranan qüsurlar, o cümlədən sıyrılmalar müxtəlif cizgilər qopmalar və çökəklər hidroeroziya prosesləri ilə də müşahidə olunur. Bununla əlaqədar olaraq piston kipləşdiricilərinin yeyilmə növləri müxtəlif olaraq ən geniş yayılmış silindrik-oymağın işçi səthi ilə pistonun özəyinin yaratdığı ara boşluğundan çıxan abraziv maye şırnağının yaratdığı yorulmadan dağılma prosesləri baş verir. Bu amillər araboşluğunun artması ilə təzyiqin aşağı düşməsinə səbəb olur. Göründiyi kimi təzyiqin 20 MPa-dan 30 Mpa-a qədər artması araboşluğunun 0.50 – 0.75 mm civarında dəyişməsinə səbəb olur.

Müasir neft-mədən nasosları quyularının qazılmasında və istismarında geniş diapazonda texnolojı rejimləri yerinə yetirən müxtəlif konstuksiyalardan ibarətdir. Neft-mədən quyularının qazılmasında və istismarında istifadə olunan nasosların böyük bir hissəsini pistonlu nasoslar təşkil edir. Ən əsas məsələ bu nasoslarda qısa müddətdə hidravlik düyünlərin sıradan çıxaraq qurğunun etibarlıgını və uzunömürlüyünü aşağı salır. Pistonlu–silindr oymağı cütünün sıradan çıxmasını yəni imtinaların səbəblərini və istismar şəraitini dərindən öyrənib analiz edirlər. Aparılan tətqiqatların nəticələri göstərir ki, piston-silindr oymağında intensiv yeyilmənin əsas səbəblərindən biri də yuyucu və gilli məhlulların tərkibinin və texnoloji proseslərinin dəyişilməsidir. Silindr-oymağın əsas qeyri-bərabər sürtünmələridir. Silindr-oymağın eninə kəsik müstəvisində radial yeyilməsi müəyyən qanuna uyğunluğa malik olur. Yeyilmənin böyük həddi əksər hallarda oymağın aşağı hissələrində müşahidə olunur. Bu da məhlullarda olan ağırlaşdırıcıların və abraziv zərrəciklərinin çəkisi və xassələri ilə izah edilir. Bunlara baxmayaraq sıradan çıxmış hissələrin tədqiqatı göstərir ki, silindir-oymağın ehtimal olunan birtərəfli radial yeyilməsinə səbəb, silindr oymaqlarının metal səthlərinin piston özəyinin elastik kipləşdiricisində yaranan gərginliklərdir ki, bunlarda oymaq və pistonun arasında olan araboşluğunun ciddi artmasına böyük təsir göstərmiş olur.



İşin məqsədi və aparılması: Hal-hazırda plazma ila püsgürtmə prosesi geniş yayılmışdır. İstifadə olunan qazın növündən və yaratdığı təzyiqindən asılı olaraq 3000 K 4500 K temperaturda bərpa texnologiyası yerinə yetirilir. Bu temperaturlarda qaz molekulları bir birilə toqquşaraq paralel, firlanma və müstəvi hərəkətlər edirlər. Belə yüksək temperaturlarda qazların ionlaşması və özlərindən elektron verməsi müşahidə edilir. Adi oksigenin tam ionlaşma prosesi, atmosfer təzyiqində 1000 K temperaturda başa çatdırılır. Silindr-oymagin plazma ila püsgürmədən alınan təbəqənin Suraxanı neft-mədən avadanlıqları zavodundan görünüşü aşağıdakı şəkil 1-də göstərilmişdir.
Plazma püsgürməsi ilə alınmış örtük qatı yüksək sıxlığa, yeyilməyə davamlılığa, bərkliyə və əsas hissənin səthi ilə böyük ilişmə qüvvəsinə malik olurlar.
Çatışmayan cəhəti isa intensiv ultrafiolet şüalanma, səs, vibrasiya va aşağı səviyyədə məhsuldarlığı olması ilə başqa püsgürmə növlərindən fərqlənir. Bundan başqa plazma üsulu yüksək qiymətli avadanlıqlardan ibarət və çox istismar xərclərinin olmasını da nəzərə almaq lazımdır. Püsgürmə prosesində ən çox istifadə olunan istilik enerjisi almaq üçün asetilen vo propan qazından isifadə edirlər. Yanma zamanı bu qazların oksigendə alışmış alov üç zonaya bölünür: 1) nüvə zonası, 2) barpa zonası. 3) maşal zonası.
Berpa zonasında bu qazlar oksigenlə qarışaraq yandırıcı elementin ücluğunda yüksək temperatua aşağıdakı reaksiya alınır:



$$C_2H_2+O_2=2CO+H_2+Q$$

Q-ayrılan yüksək temperaturlu istiliyin miqdarıdır.
Ən böyük yaranma temperaturu esaslı olaraq alovda qazların birinə nisbəti ilə təyin edilir. Əgər asetilen və oksigen eyni həcmdə verinə yetirilsə, alovlanma prosesi normal hesab olunur. Təcrübi olaraq alovlanma aşağıdakı nisbətdə qəbul edilir:

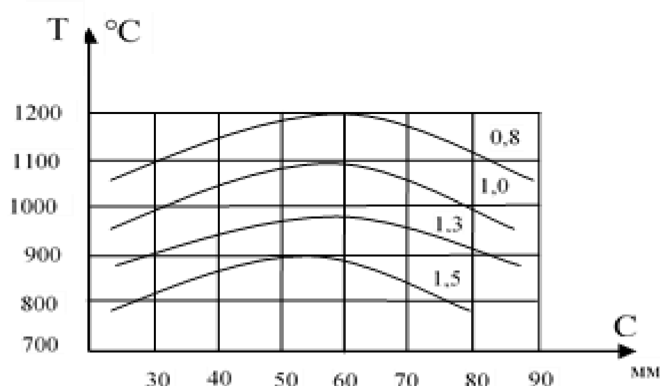
$$\frac{O_2}{C_2H_2} = 1{,}1 - 1{,}2$$



Şəkil 1. Silindr-oymağın plazma ilə püsgürmədən alınan təbəqə.

Əgər bu nisbat <11 olsa, onda yanma effektli olmur. Bele halda nüvə zonasında qırmızıtəhər rəngli bir alov əmələ gəlir. Bəzi hallarda bu nisbətlər qaz alovunda dəyişərək bu da oksdləşmə ilə alovlanma adlanır. Alınmış alov göyümtül rəngdə olur.

Axır vaxtlar asetilenla yanaşı, propan, butan və təbii qazlardan istifadə olunur ki, bunlardan çıxan istilik özünün ən yüksək temperaturunu verir. Katod, tamiz volfram məftil, anod is mis su soyuduju qurğudan keçərək qızma ilə daxil olmuş işçi qaz ucluqdan çıxaraq ionlaşmış plazma seli ilə hissənin səthinə endirilir. İşçi qaz kimi argon, azot, bəzi hallarda isə hidrogen əlavə edilir. Ovuntulu metalın ucluğa təzyiq ilə sel kimi verilərək qazla qızdırılıb ən yüksək temperaturlar əldə olunur.
Tədqiqatın metodikası Plazma ilə püsgürmənin əsas müsbət cəhəti odurki, yüksək temperaturda püsgürmənin çətin əriyən materiallarla da həyata keçirmək mümkündür. Plazma qurğusunun köməyi ilə qızdırıcı ucluğun diametri va formasını dəyişməklə plazma selinin temperaturunu və sürətini tənzimləmək və istənilən həndəsi formalı hissənin texnoloji rejimini tayin edərək hesablamaq mümkündür.
Püsgürmə prosesində bu rejimin xarakteristikalarından başqa qurğunun ucluğunun hansı məsafədə tutmaqla onun temperaturu aşağıdakı qrafiklə tapırlar:



Şəkil 2. Ovuntu təbəqəsinin qalınlıqdan asılı olan bərkliyinin qrafiki asıllığı.

C-ucluqdan alovun hissəyə qədərki məsafəsi 0,8:1,5 qazların nisbətidir.
Aparılan təcrübələr göstərmiş ki, ucluqdan hissənin səthinə qədər olan məsafə normal olaraq 100 mm-dən az olmalıdır. Alovun temperaturunun dəyişmsi onların düzgün recimla istifadə olunmasını göstərir.
Plazma püsgürmisi hissənin və ərinən materialların ərinməsi proseslari bir-biri ilə qarşılıqlı hissənin olurlar. Bunlarından arasında optimal nisbat, hissonin sathinin minimum ərima. dərinliyindən, təbəqə qatının qalınlığından və maksimum məhsuldarlıqdan asılı olaraq xarakterizə olunur. Silindrik hissələrin nominal diametrini nəzərə alaraq tələb olunan ovuntu qatının qalınlığını aşağıdakı kimi tapmaq olar:

$$h = \left(D_H - D_j\right)/2 + \Delta$$

Burada: D-nominal diametr, sm
D, - yeyilmiş silindrin dimateridir, sm;
Δ -mexaniki emala verilən paydır, sm.
Verilən enerji sıxılmış halda ovuntulu metalin müəyyən qədər ərinməsinə va hissonin səthinin orintisino sarf olunan f.i.o. asagidakı kimi toyin edilir.



$$\eta = \frac{G_{ust} \cdot h}{JU}$$

Bu f.i.ə. göstərir ki, effektli istiliyin bir hissəsi ovuntulu materialların qızması və ionlaşmasına sərf olunur. Burada G_{ust} vahid zamanda ovuntu metalinin ərinmasinin miqdarıdır, q/s. Silindrik hissalar üçün aşağıdakı kimi tapılır:

$$G_{ust} = (c\vartheta lp) \cdot k$$

c-talab olunan qatın qalınlığı, sm;
ϑ -ovuntunu süroti, sm/s;
l -ox boyu plazma ötürməsinin sürəti, sm/dövr;
p -ovuntunun sıxlığı, q/sm;
k -istifadə olunmayan ovuntunun itirilməsinin əmsali.
Ovuntu, tam əriməyən ovuntu qırıqlarının ərinən hissənin səthinə düşüb kənara atılıb qalan hissə nəzərdə tutulur. Bela ovuntular yenidən istifadə oluna bilər. Təcrübələr əsasında k = 1.14 - 1.28 və ovuntulu metalın sərfindən asılıdır.
Müasir şəraitdə tətbiq olunan örtüklənmə üçün istifadə olunan ovuntulu metal, qeyri metallar və onların ərintilərindən ibarət olurlar. Bunlardan ən çox yayılanı işıldayan materiallardır ki, onların da xarakteristikası qısa olaraq belədir.

1. **Molibden:** Bu material qara materialların səthinə nazik altqatı kimi vurulub endirilməklə püsgürülən materialdır, yüksək adgeziya möhkəmliyinə malik olur. Molibdenin özü bir örtük olaraq yüksək istiliyə davamlı material kimi tatbiq edilir. Molibden yeganə sənaye materialı kimi xlor turşusu məhlulunda özünü yüksək korroziyaya malik olmağını göstərir. Püsgürmə üçün molibdenin tarkibi 90-95% Mo olduqda tətbiq edilə bilər.

2. **Xrom ve molibiden** sanayesində yüksək korroziya və turşuluğa dayanıqlığı ilə geniş tətbiq olunur.

3. **Mis və onun ərintisi**: Örtük çəkmək üçün püsgürmə üsulu ilə təbəqə çəkmək asasında tətbiq edilir.
Şəkil 2-də xrom, nikel, molibiden va volfrom ovuntularının texnoloji rejimlər əsasında hesablanaraq təbəqənin qalınlıgından asılı olan bərkliyinin qrafiki asıllığı alınmışdır Bu qrafiklər əsasında ovuntunun alınmış qalınlığından asılı bərklik təyin edilşmişdir.

Nəticə: 1 Plazma püsgürməsi üsulu ilə müxtəlif ovuntuların silindr-oymaq səthlərində təbəbəqənin alınması ilə möhkəmliyə və yeyilməyə davamlıgı 2,5-3,5 dəfə artırmaq mümkün olmuşdur. Təbəqənin qalınlıgı artıqca onun bərkliyə və yeyilməyə davamlıgı düz mütanasib olaraq azalması müşahidə olunur.
2. Ovuntunun fiziki-mexaniki xassələrindən asılı olaraq texnoloji rejim təyin edildikdən sonra qurgunun konstruktiv parametrləri və istifadə qaydalarına yerinə yetirmək də ən vacib məsələlərdən əsası hesab edilir. Hal-hazırda zavodlarda plazma qurğusu ilə ovuntu təbəqələrini alınma texnologiyası geniş tətbiq edilməyə başlanıbdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Бухаленко Е.Н. Нефтепромысловое оборудование Москва «Недра» 2004.г.- 555с.
2. Шашкин И.Ф. Плунжерные н поршневые насосы Москва «Недра», 2010г-242с.
3. Шахбазов Э.К., Гаджиев С.К., Мусаев И.Д. Повышение надёжности и эффективности эксплуатации насосных установок, Баку, 2018г-68с
4. Бабаев С.Г., Керимова А.С. Повышение качества и надёжности нефтепромыслового оборудования, Баку, ЭЛМ, 2006г-562 с.
5. Бабаев С.Г и др. Повышение долговечности фонтанной арматуры Москва «Недра», 2008г-709с
6. Поляков К.К. Применение новых покрытий, 2012 г-225 с.

INCREASING THE CURRENCY RESISTANCE OF CYLINDER-PLASTING OF PYSTON PUMPS BY PLASMA METHOD

[1]Nazim Ibrahimov, [2]Maleyka Mammadova

[1]Docent, Department of "Materıals science and processing technologies", Azerbaijan State University of Oil and Industry, Texnika üzrə elmlər namizədi, Azerbaijan E-mail: ibrahimov.2015@ mail.ru.
[2]Master, Department of "Materıals science and processing technologies", Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azerbaijan. E-mail: meleykememmedovamm98@gmail.com

ABSTRACT

The article examines the study of increasing the wear resistance of the cylinder-sleeve of a piston pump using the developed technology of plasma spraying. Wear-resistant and durable coatings of nickel, chromium, molybdenum and tungsten were obtained on the surface of the piston pump cylinder-sleeve. A graph of the dependence of the coating thickness depending on the surface hardness of the cylinder-sleeve is presented. According to the graph, depending on the hardness, you can determine the wear resistance of the coating surface of the cylinder-sleeve.

Keywords: piston pump, cylinder liners, plasma method, nickel, chromium, molybdenum, tungsten, wear resistance, coating thickness, hardness, graphical dependence



NEFT-MƏDƏN İSTİSMAR AVADANLIĞININ İSTİSMARINDA ELEMENTLƏRİN KÖHNƏLMƏ PROSESİ MÜDDƏTİNDƏ YARARLILIQ VƏZİYYƏTİNİN TƏHLİLİ

Sevda Əliyeva
Dosent, "Mexanika" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan.
E-mail: sevda.aliyeva.66@bk.ru

XÜLASƏ

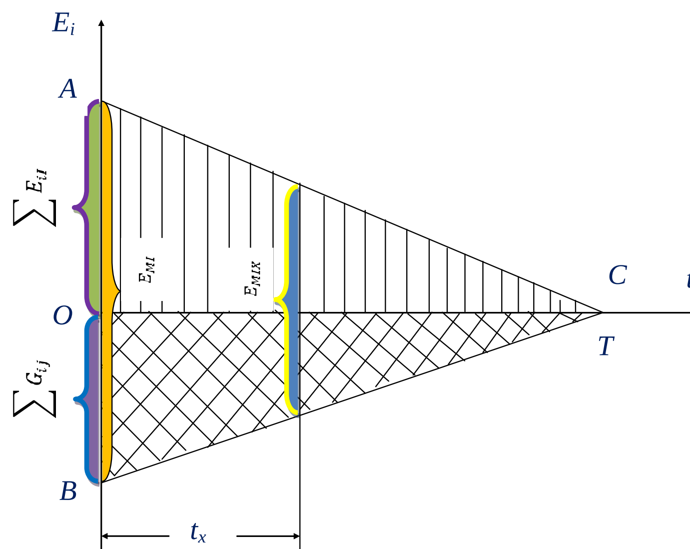
Neft-mədən istismar avadanlığının ayrı-atrı elementlərinin vəziyyətlərindən asılı olan ümumiləşdirilmiş yararlılıq göstəricisi bu avadanlığın optimal iş müddətində istismar prosesindəki funksiyasını yerinə yetirmə qabiliyyətini xarakterizə edir. İstismar avadanlığının ümumiləşdirilmiş yararlılıq göstəricisini avadanlığın ayrı-ayrı elementlərinin yararlılıq göstəricisinin hesabi cəmi kimi təsvir etmək olar. Əgər istismar prosesində neft-mədən avadanlığı öz iş qabiliyyətini konstruktiv və konstruktiv olmayan elementlərinin tez-tez dəyişdirilməsilə saxlayırsa, belə istismar avadanlığı istifadəçilər tərəfindən köhnəlmiş avadanlıq hesab edilir.
İstismar avadanlığını yararlılıq göstəriciıərinə görə 6 kateqioriyaya bölmək olar. Məqalədə avadanlığın yararlılıq vəziyyəti analiz edilmiş və nəticədə kateqoriyalar üzrə yararlılıq göstəricilərinə uyğun avadanlığın cəm yararlığı hesablanmış, həmçinin yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrafikləri qurulmuşdur. Avadanlığın yararlılıq qrafiklərinin tədqiqinə əsasən aşağıdakı istiqamətlərdə təhlil aparılması təklif edilmişdir:

- Avadanlığın konstruktiv və texnoloji mükəmməlliyinin istifadəçilər tərəfindən vacib yeni parametrlərlə qiymətləndirilməsi.
- Avadanlığın istifadə müddətində köhnəlmə qnununa uyğunluğunun müəyyənləşdirilməsi.

Açar sözlər: konstruktiv element, köhnəlmə nəzəriyyəsi, cəm yararlılıq, kateqoriya, dəyişmə qrafiki, etibarlıq.

Mövzunun aktuallığı: Neft mədənlərində mövcud proseslərin aparılamsı üçün neft-mədən maşın və avadanlıqlarına ehtiyac çox böyükdür. Bu avadanlıqların yararlı hazırlanması və bu maşınların təbii ağır mühitdə işlədilməsi istehsalçıların və istehlakçıların qarşısında böyük tələblər qoyur. İstehsalçılar maşınların konstruktiv və konstruktiv olmayan elementlərinin tələb olunan materialdan texniki dəqiqliklə hazırlanmasını təmin etməli, istehlakçılar isə maşınların səmərəli istismarına, cari və əsaslı təmirlərinə nail olmalıdırlar. Bu problemin həllinə nail olmaq məqsədi ilə neft-mədən avadanlıqlarının köhnəlmə nəzəriyyəsinin elmi əsaslarının işlənməsinə nail olunmalıdır, yəni maşınların və onların konstruktiv və konstruktiv olmayan elementlərinin yararlığı, yeyilməsi, işləmə müddəti, vəsait xərcləri, qiymətləndirmə əmsalları və digər göstəriciləri tədqiq edilərək istismar müddətində meydana çıxan çətinliklərin aradan qaldırılması üçün müvafiq avadanlıq hazırlayan zavoda göndərilməlidir. Bütün bu göstəricilər mövzunun aktual olmasını sübut edir.

İşin məqsədi: Neft-mədən avadanlıqlarının köhnəlmə, cari və əsaslı təmirinə dair tədqiqat işlərinin təhlili əsasında neft-mədən avadanlıqlarının köhnəlmə nəzəriyyəsinin işlənməsi və köhnəlmə prosesinin qarşısını almaq üçün tədbirlərin görülməsi.
İstismar avadanlığını yararlılıq göstəriciləri̇nə görə kateqoriyalara bölmək olar:
Kateqoriya I - istismar prosesi müddətində texniki xidmətə, təmirə və elementlərinin əvəzlənməsinə tələbatı olmayan avadanlıqlar.
Kateqoriya II - istismar müddətində vaxtaşırı təmir işlərinin aparılmasını tələb edən avadanlıqlar.
Kateqoriya III - istehlakçı tərəfindən fasiləli təmirlərin və texniki xidmətin aparılmasını, konstruktiv olmayan elementlərin montajını və tənzimlənməsini tələb edən istismar avadanlıqları.
Kateqoriya IV – nisbətən kiçik yararlılıq göstəricisi olan avadanlıqlar, hansı ki, bu avadanlıqlar istifadəçidən vaxtaşırı təmir işlərinin aparılmasını və konstruktiv elementlərin dəyişdirilməsini tələb edir.
Kateqoriya V – yararlılıq əmsalı daha kiçik olan neft-mədən avadanlıqları. Bu avadanlığın səmərəli işləməsi vaxtaşırı təmir işlərinin aparılması və texniki xidmətlə təmin edilir.
Kateqoriya VI – neft-mədən istismar avadanlığının gələcək variantları. Bu avadanlıqların tərkibində kifayət qədər davamlı hissələr olur ki, bunlar da etibarlılığı zəif olan konstruktiv və konstruktiv olmayan elementlərin vaxtaşırı bərpasını tələb edir.
Avadanlıqların kateqoriyar üzrə yararlılığı qrafik şəklində dekort koordinat sistemində verilir. Absis oxunda avadanlığın işləmə müddəti, bu oxun müsbət istiqamətində konstruktiv elementlərin yararlılığı, mənfi istiqamətində isə konstruktiv olmayan elementlərin yararlılığı göstərilir. Yararlılıq qrafikini qurmaq üçün aşağıdakılar qəbul edilir [1]:
1) avadanlığın hər bir elementinin işləmə müddətində yararlılığı düzxətli qanunla dəyişir;
2) eyni iş müddətli bir neçə elementin yararlılığı bir elementin yararlılığı kimi təsvir oluna bilər.



Şəkil 1. Müəyyən edilmiş iş müddətində I kateqoriyaya aid avadanlığın yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrfiki. OA – ordinat oxu üzrə konstruktiv elementlərin, BC-konstruktiv olmayan elementlərin cəm yararlıqları; OC-avadanlığın işləmə müddətidir.

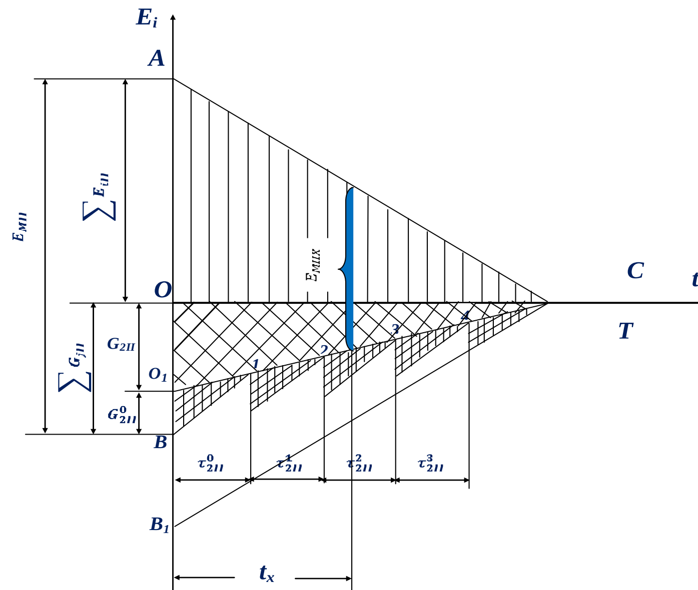


Köhnəlmiş avadanlığa daxil olan lakin istismarı uzun müddətli olmayan elementlərin xidmət müddəti sabit saxlanılır. Hər texniki xidmətdə, təmirdə və köhnəlmiş elementin təzəsi ilə əvəzlənməsində avadanlıq əvvəlki yararlılığa bərabər yararlılığa malik olur.

Avadanlığın yararlılıq qrafikləri avadanlığın kateqoriyasından asılı olaraq verilir. I kateqoriya avadanlığı üçün t_x zaman anında avadanlığın cəm yararlığı (E_{MIX}) aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$E_{MIX} = \sum_{i=1}^{n} E_{iI} + \sum_{j=1}^{m} G_{jI} \tag{1}$$

burada $\sum E_{iI}$ - I kateqoriya avadanlığının konstruktiv elementlərinin cəm yararlığı; $\sum G_{ij}$ - I kateqoriya avadanlığının konstruktiv olmayan elementlərinin cəm yararlığı;



Şəkil 2. Müəyyən edilmiş iş müddətində II kateqoriyaya aid avadanlığın yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrfiki.

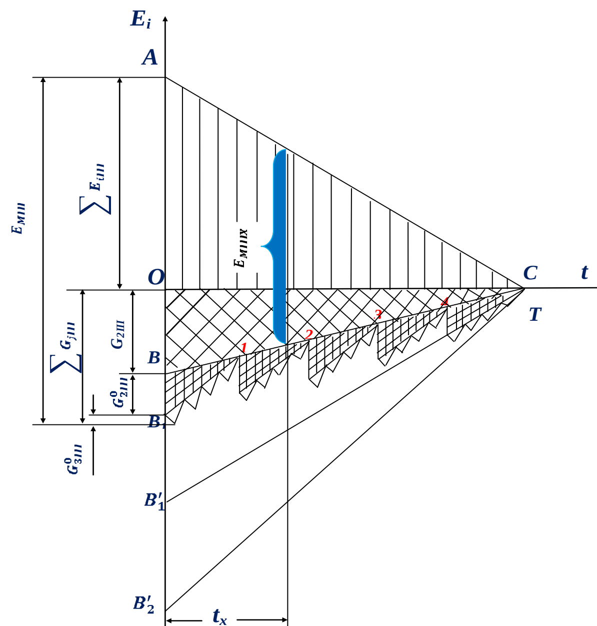
II kateqoriya avadanlığı üçün t_x zaman anında avadanlığın cəm yararlığı (E_{MIIX}) aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$E_{MIIX} = \sum_{i=1}^{n} E_{iII} + \sum_{j=1}^{m} G_{jII} = \sum_{i=1}^{n} E_{iII} + G_{2II} + G^0_{2II} \tag{2}$$

burada $\sum E_{iII}$ - II kateqoriya avadanlığının konstruktiv elementlərinin cəm yararlığı; $\sum G_{iII}$ - II kateqoriya avadanlığının konstruktiv olmayan elementlərinin cəm yararlığı;

$$\begin{vmatrix} \tau_{2II}^{0} - 01 \\ \tau_{2II}^{1} - 12 \\ \tau_{2II}^{2} - 23 \end{vmatrix} \quad (3)$$

Şəkil 2-də göstərilmiş qrafikdə ordinat oxu üzrə konstruktiv elementlərin və aşağı hissədə isə konstruktiv olmayan elementlərin cəm yararlıqları qeyd olunub. OB_1 hissəsində təzə avadanlığın yararlığının dəyişməsi ifadə olunub. O_1B hissəsində isə təzə alınıb quraşdırılan, tənzimlənən və rənglənən avadanlığın yararlığı ifadə olunub ki, bu da avadanlığın təmirarası müddətinin sonunda sıfra bərabər olur və bu zaman anında fəaliyyətini davam etdirmək üçün avadanlıq demontaj edilir, təmir olunur və rənglənir, beləliklə, avadanlığın yararlığı bərpa edilir. Bu qayda ilə avadanlığın yararlılığı dəfələrlə (şəkil 2-də göstərilən ştrixlənmiş üçbucaqlar) çox təkrar oluna bilər. Belə avadanlığın təmirarası müddətləri və yararlıqları eyni götürülür. AB_1 hissəsi avadanlığın istismar müddətində dövrü təmirlər nəticəsində əldə edilən yararlıqdır [2].



Şəkil 3. Müəyyən edilmiş iş müddətində III kateqoriyaya aid avadanlığın yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrafiki.

Şəkil 3-də müəyyən edilmiş iş müddətində üçüncü kateqoriyalı avadanlığın yararlılıq qrafikləri verilmişdir. Bu kateqoriyaya aid olan avadanlıqlar kiçik yararlılıqlı əvəz olunmayan konstruktiv elementlərdən ibarət olunduğundan, avadanlıqlar ikinci kateqoriyaya aid dövrü təmirlərdən əlavə istehsal müəssisələri tərəfindən müəyyən edilmiş yağlanma, bərkitmə və tənzimləmə işlərini də yerinə yetirmək üçün fasiləli texniki xidmətin aparılmasını tələb edir. Bu halda göstərilən izahlar şəkil 2-də olduğu kimidir. Bu şəkildə kiçik üçbucaqlar dövrü texniki xidmət nəticəsində yararlığın bərpasını xarakterizə edir. Qrqfikdə AB_2' - avadanlığın istismar müddətində dörü təmirlər və dövrü texniki xidmətlər nəticəsində alınan yararlığıdır [3].



III kateqoriya avadanlığı üçün t_x zaman anında avadanlığın cəm yararlığı (E_{MIIIX}) aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$E_{MIIIX} = \sum_{i=1}^{n} E_{iIII} + \sum_{j=1}^{m} G_{jIII} = \sum_{i=1}^{n} E_{iIII} + G_{2III} + G_{2III}^{0} + G_{3III}^{0} \quad (4)$$

burada $\sum E_{iIII}$ - III kateqoriya avadanlığının konstruktiv elementlərinin cəm yararlığı; $\sum G_{iIII}$ - III kateqoriya avadanlığının konstruktiv olmayan elementlərinin cəm yararlığı;

$$\begin{cases} E_{MIII} = AB_1 \\ \sum E_{iIII} = AO \\ \sum G_{jIII} = OB \end{cases} \quad (5)$$

$$G_{2III}^{0} + G_{3III}^{0} = OB_1$$

Şəkil 4-də Müəyyən edilmiş iş müddətində IV kateqoriyaya aid avadanlığın yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrqfiki verilmişdir. III kateqoriyalı avdanlıqlardan fərqli olaraq bu avadanlıqların çəkisini azaltmaq məqsədi ilə onların konstruktiv elementləri elə hazırlanır ki, istismar müddətində bu elementləri dəyişmək mümkün olsun. Ordinat oxunda konstruktiv elementlərin, aşağıda isə konstruktiv olmayan elementlərin yararlılıq göstəriciləri verilmişdir.
IV kateqoriya avadanlığı üçün t_x zaman anında avadanlığın cəm yararlığı (E_{MIVX}) aşağıdakı ifadədən tapılır:

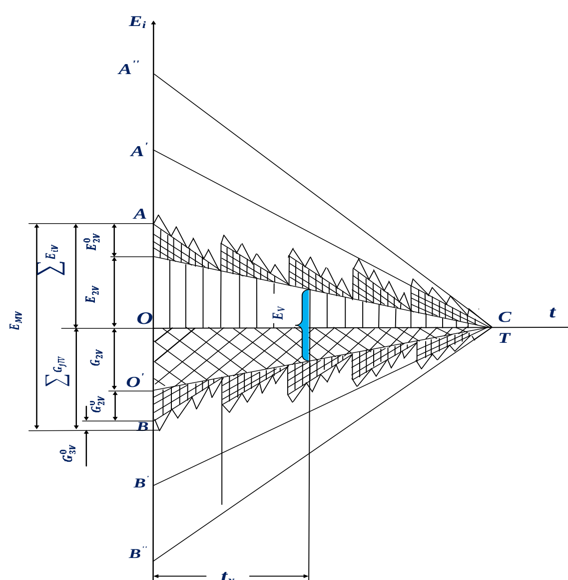
$$E_{MIVX} = \sum_{i=1}^{n} E_{iIV} + \sum_{j=1}^{m} G_{jIV} = E_{1IV} + E_{2IV}^{0} + G_{1IV} + G_{2IV}^{0} + G_{3IV}^{0} \quad (6)$$

burada $\sum E_{iIV}$ - IV kateqoriya avadanlığının konstruktiv elementlərinin cəm yararlığı; $\sum G_{iIV}$ - IV kateqoriya avadanlığının konstruktiv olmayan elementlərinin cəm yararlığı;
IV kateqoriya avadanlıqları üçün qəbul edilir ki, konstruktiv elementlərin dəyişdirilmə dövrü avadanlığın təmiri dövrü ilə üst-üstə düşür. Ona görə də əlavə toplanan nəzərdə tutulur. Avadanlığın cəm yararlığı A_1B_2 ordinatı ilə təyin edilir.
Bütün müasir avadanlıqlar V kateqoriyaya daxildir. Şəkil 5-də müəyyən edilmiş iş müddətində V kateqoriyaya aid avadanlığın yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrqfiki verilmişdir. Bu avadanlıqlar IV kateqoriyalı avadanlıqlardan onunla fərqlənir ki, bu avadanlığın strukturunda onların yararlılıq strukturu texniki xidmət prosesində əvəz edilən konstruktiv elementlərə aid əlavə toplanan nəzərdə tutulur. Bu tip avadanlıqların müəyyən edilmiş iş müddətində iş qabiliyyətini təmin etmək üçün cəm yararlığı $B''A'$ ordinatı ilə təyin edilir [4].

Şəkil 4. Müəyyən edilmiş iş müddətində IV kateqoriyaya aid avadanlığın yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrqfiki

V kateqoriya avadanlıqlarında təmir işlərinin aparılması aradan qaldırılır, təkcə elementlərin əvəzlənməsi yeyilməni nəzərə almaqla əvəzlənir.

V kateqoriya avadanlığı üçün t_x zaman anında avadanlığın cəm yararlığı (E_{MVX}) aşağıdakı ifadədən tapılır:





Şəkil 5. Müəyyən edilmiş iş müddətində V kateqoriyaya aid avadanlığın yararlılıq vəziyyətinin dəyişmə qrafiki.

$$E_{MVX} = \sum_{i=1}^{n} E_{iV} + \sum_{j=1}^{m} G_{jV} = E_{2V} + E_{2V}^{0} + G_{2V} + G_{2V}^{0} + G_{3V}^{0} \qquad (7)$$

burada $\sum E_{iV}$ - V kateqoriya avadanlığının konstruktiv elementlərinin cəm yararlığı; $\sum G_{iV}$ - V kateqoriya avadanlığının konstruktiv olmayan elementlərinin cəm yararlığı;

Yuxarıda kateqoriyalar üzrə aparılmış hesablamalar nəticəsində təklif edilir ki, avadanlığın yararlılıq qrafiklərinin tədqiqinə əsasən iki istiqamət üzrə təhlil aparmaq məqsədəuyğundur [5]:

- Avadanlığın konstruktiv və texnoloji mükəmməlliyinin istifadəçilər tərəfindən vacib yeni parametrlərlə qiymətləndirilməsi üzrə;
- Avadanlığın istifadə müddətində köhnəlmə qnununa uyğunluğunun müəyyənləşdirilməsi üzrə.

Nəticələr: Məqalədə həllini tapmış məsələlər neft-mədən avadanlıqlarının "köhnəlmə nəzəriyyəsi"nin işlənməsinə təkan verir. Bu da neft-mədən avadanlıqlarının əsas növlərinin köhnəlmə prosesinin qarşısını almağa, cari və əsaslı təmir və istismardan çıxarmaya, həmçinin onlardan xam metal kimi istifadəyə imkan verir. Beləliklə, əldə edilən nəticələr neft-mədən avadanlıqlarının səmərəli istismarının təmin edilməsinə xidmət edəcək.

ƏDƏBİYYAT

1. Артоболевский И.И. Основные проблемы современной теории машин. «Машиноведение» 1965, № 1.
2. Проников А.С. Износ и долговесность станков. М., Машгиз, 1957.
3. Свиршевский В.С. Об оценке работо способности сельскохозяйственных машин с помощью эксплуатационных коэффициентов. «Сельхозмашинна», 1954, №1.
4. Токарев Г.Г. Рациональные сроки службе автомобилей. М. Автотрансиздан., 1962.
5. Süleymanova V.M., Şirinov Ə.T. Abşeron neftli-qazlı sahəsində yerləşən uzun müddət istismar olunan yataqların işlənməsinin cari vəziyyətinin təhlili və başa çatdırılması yolları //ANGC, Geoloq, 2014, №18, s. 88-93.

ANALYSIS OF THE STATE OF SERVICEABILITY IN THE PROCESS OF WEAR OF ELEMENTS DURING THE OPERATION OF OIL AND GAS PRODUCTION EQUIPMENT

Sevda Aliyeva
Associate Professor, Department of "Mechanics", Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azerbaijan. E-mail: sevda.aliyeva.66@bk.ru



ABSTRACT

The generalized indicator of useful use, depending on the state of individual elements of oil-producing equipment, characterizes the ability of this equipment to perform its function during operation at optimal working time. The generalized indicator of the useful use of operational equipment can be described as the calculated sum of the indicator of the useful use of individual equipment elements. If, during operation, the oil-producing equipment retains its operability due to frequent replacement of its structural and non-structural elements, then such operational equipment is considered by users as outdated.

Operating equipment can be divided into 6 categories according to the indicators of suitability. The article analyzes the state of useful use of equipment and, as a result, the total utility of equipment is calculated in accordance with the indicators of useful use by category, and graphs of changes in the state of useful use are constructed. Based on the study of the graphs of the useful use of equipment, it was proposed to conduct an analysis in the following areas:

- Evaluation of the design and technological perfection of the equipment by users according to important new parameters.
- Determination of equipment compliance with wear standards during operation.

Keywords: structural element, wear theory, the usefulness of jam, categories, schedule of changes, reliability.



ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВ ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА

Севиндж Абасова

Доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,д.ф.т.н, Азербайджан. E-mail: seva-abasova@mail.ru. http://orcid.org/0000-0002-7531-3429

РЕЗЮМЕ

Известно, что срок службы нефтепромысловых машин и механизмов в определенной мере обусловлен работоспособностью узлов трения, эксплуатация которых, как правило, происходит в тяжелых условиях (большие нагрузки, абразивная водная среда и т. д.). Также известно, что определяющими параметрами в узлах машин и механизмов (со смазкой водой) с полимерными элементами являются удельная нагрузка, скорость скольжения и относительный зазор. В промысловых условиях эти факторы влияют на коэффициент трения совместно, поэтому изучение их влияния [μ=f (p, υ, ψ)] на коэффициент трения возможно только с применением математического моделирования. Нами изучался характер совместного влияния основных режимных параметров на работоспособность подшипников скольжения изон термоэластопласта (ИТЭПа).

Ключевые слова. Эксплуатация, полимерные элементы, промысловые условия, подшипники, скорость скольжения.

Актуальности темы. Реальные производственные условия не позволяют провести активный эксперимент. В связи с этим для решения указанной функциональной зависимости и получения достоверной информации о работе реального вкладыша пришлось использовать данные пассивного эксперимента, полученные в результате исследований по изучению зависимости коэффициента трения от каждого эксплуатационного параметра в отдельности. При этом был применен упрощенный метод обработки результатов эксперимента, что дало возможность в дальнейшем использовать методики, применяемую для активного эксперимента. Указанный метод может применяться, для выявления наиболее значимых параметров процесса трения и ранжирования входных факторов, для вычисления приближенных коэффициентов уравнения регрессии, являющегося математической моделью трения в узлах.

Для обоснования предлагаемого метода использовали сравнение корреляционных моментов до и после квантования исходных данных. При этом оптимальными уровнями квантования будут: верхний уровень $+\alpha_{опт}$, нижний уровень $-\upsilon_{опт}$, где

$$\alpha_{опт}=\sigma_x\sqrt{\frac{\pi}{2}}\approx 1{,}25\ \sigma_x$$

Таким образом, если в коэффициенты уравнения регрессии, вычисленные с помощью формулы [6], при активном эксперименте вместо уровней ±1 внести уровни $\pm\alpha_{опт}$, то ошибка, которую мы получим при использовании квантованных данных пассивного эксперимента, будет такая же, как и при обработке не квантованных данных пассивного эксперимента методом корреляционного или регрессионного анализа.

Рассмотрим экспериментальные данные процесса трения, полученные для подшипников скольжения из ИТЭПа при смазке водой.
Сначала необходимо вычислить среднее арифметическое значение каждой входной переменной и исследовать закон распределения всех случайных переменных, участвующих в процессе. Среднее значение вычисляется с точностью, большей на один знак после запятой, чем задана переменная в исходной таблице. Это необходимо для тех случаев, когда конкретное значение той или иной переменной случайно совпадает со средним значением, вычисленным до указанного знака. Входная переменная записывается в тех же числовых значениях, как в исходной таблице. В результате получается преобразованная таблица, внешне похожая на матрицу ортогонального планирования активного эксперимента на двух уровнях, когда за нижний уровень взяли – 1, а за верхний +1.
Однако между полученными данными пассивных экспериментов и матрицей планирования активного эксперимента при минимальном числе опытов целесообразно составить их совместный план, что позволит получить полную информацию о процессе, так как во время опытов все входные переменные варьируются на двух уровнях.
Согласно плану матрицы можно использовать математический аппарат, который до сих пор применялся при активном эксперименте. Математическую модель, описывающую данный процесс, можно выбрать в виде полинома второго порядка:

$$\mu = f\,(X_1X_2X_3) = a_0 + \sum_{ij-1} a_{ij} X_I \; X_j$$

Где μ- коэффициент трения; X_1 - удельная нагрузка; X_2 – скорость скольжения; X_3 – относительный зазор; α_0, α_1, α_{ij}, α_{ii} – постоянные коэффициенты.
Для нахождения коэффициентов уравнения (2) использовалась ЭВМ «Наири» и получены следующие значения:
a_0=0,0387; a_1 = - 0,0045; a_2 = - 0,0026; a_3 = - 0,0049; a_{11}= 0,004
a_{22} = 0,0050; a_{33} = 0,0075; a12= 0,0005; a_{13} = 0,0005; a_{23} = -0,001
После проверки коэффициентов регрессии на значимость по критерию Стюдента, а также данной модели на адекватность для получения полного представления о модели переводим ее в натуральный масштаб и в окончательном виде имеем

$$\mu = 0{,}0387 - 0{,}0045\left(\frac{p-20}{5}\right) - 0.003\left(\frac{\vartheta-1.2}{0.4}\right) - 0.0049.$$

$$\left(\frac{\varphi-0.07}{0.01}\right) - 0.0041\left(\frac{p-20}{5}\right) + 0.005\left(\frac{\vartheta-1.2}{0.4}\right) - 0.0075 \qquad (1)$$

Из анализа модели (1) видно, что с увеличением удельной нагрузки в пределах p=8÷32 кгс/см^2 коэффициент трения уменьшается. Это связано с тем, что при указанных нагрузках толщина смазочного слоя обеспечивает взаимодействие молекул смазывающей жидкости с материалом подшипника скольжения, т.е. обеспечивается гидродинамический режим смазки.
С увеличением удельной нагрузки выше 40 кгс/см^2 коэффициент трения увеличивается, так как пленка, образующаяся между контр телом и подшипником скольжения, локально прерывается и нарушается гидродинамический режим.



Из модели (1) также видно, что с увеличением скорости скольжения коэффициент трения уменьшается. Это объясняется тем, что при увеличении скорости скольжения кинетическая энергия вращающегося вала частично передается смазке. Давление в слоях смазки увеличивается по мере продвижения в узкую часть клинообразного зазора и в известных условиях достигает такой величины, что под его влиянием вал поднимается, образуя зазор по всей окружности.

С увеличением относительного зазора между контр телом и подшипником скольжения величина коэффициента трения (при уровне $0{,}05 \leq \psi \leq 0{,}08$) уменьшается; это показывает, что при таких зазорах гидродинамический режим не нарушается и по всей поверхности образуется смазывающая пленка. В целом модель (3) полностью описывает процесс трения подшипников скольжения из ион термоэластопласта при смазка водой.

Полученная математическая модель дает возможность определять оптимальные режимы работы подшипников скольжения из ИТЭП а в узлах трения нефтепромысловых механизмов и машин.

Подробное изучение режимов работы подшипников скольжения из полимерных материалов в узлах трения дает основание сформулировать критерий оптимальности следующим образом: определить значения управляемых режимных параметров (ρ, υ, φ), обеспечивающих экстремальное значение показателя эффективности коэффициента трения подшипников скольжения из ИТЭП при их допустимых значениях ($p \in \bar{p}$, $\vartheta \epsilon \bar{\vartheta}$, $\varphi \epsilon \bar{\varphi}$) где – ($\bar{p}$, $\bar{\vartheta}$, $\bar{\varphi}$) возможные значения удельной нагрузки, скорости скольжения и относительного зазора.

Ограничения, накладываемые на процесс оптимизации, являются позиционными и имеют следующий вид: $8 \leq p \leq 32$ кгс/см^2 ; $0{,}72 \leq v \leq 1{,}68$ m/c; $0{,}05 \leq \varphi \leq 0{,}08$

Для определения минимального значения целевой функции μ=f (p, υ, φ) в настоящей работе был использован метод Гаусса- Зейделя с применением ЭВМ. Оптимальные значения режима работы подшипников скольжения для эксплуатационных условий следующие:

$$p_{опт}= 32 \text{ кгс/см}^2;\ \upsilon_{опт}= 1{,}6\text{м/с};\ \varphi_{опт}=0{,}05$$

Выводы: 1. Получена математическая модель, описывающая зависимость коэффициента трения от условий эксплуатации μ=f(p, υ, φ), в виде полинома второго порядка. Модель проверена на адекватность.

2. Решена задача оптимизации μ=f (p, υ, φ) методом Гаусса-Зейделя. Установлены оптимальные режимы эксплуатации подшипников скольжения из ИТЭПа,

ЛИТЕРАТУРА

1. Билик Ш.М. Пары трения металл-пластмаса в машинах и механизмах. М. «Машинострноение», 1965.

2. Абдель-Латиф, Пеекен Х., Беннер Й. Термогидродинамический расчет упорных подшипников с круговыми подушками на масляной пленке, содержащей пузырьки газа // Проблемы трения и смазки. - 1985. - Т. 107, №4.-С. 94-102.


EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

RESEARCH OF WORKING BENEFITS OF BEARINGS APPLICATION OF MATHEMATICAL METHOD

Sevinc Abasova

Assistant professor, Department of "Industrial Machines", Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of Technical Sciences, Azerbaijan. E-mail: seva-abasova@mail.ru. http://orcid.org/0000-0002-7531-3429

ABSTRACT

It is known that the service life of oilfield machines and mechanisms is to a certain extent determined by the operability of friction units, the operation of which, as a rule, occurs under severe conditions (heavy loads, abrasive aqueous medium, etc.). It is also known that the determining parameters in the units of machines and mechanisms (lubricated with water) with polymer elements are specific load, sliding speed and relative clearance. In the field, these factors affect the coefficient of friction together, therefore, the study of their influence [$\mu = f(p, \upsilon, \psi)$] on the coefficient of friction is possible only with the use of mathematical modeling. We have studied the nature of the joint influence of the main operating parameters on the performance of the ison thermoplastic elastomer plain bearings.

Keywords: Operation, polymer elements, field conditions, bearings, sliding speed.



RƏYÇİLƏR QRUPU

Azərbaycan

Cahid Kərimov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor “Materiallar və emal texnologiyaları” kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Cəmaləddin Aslanov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri “Sənaye maşınları” kafedrası. Texnika üzrə elmlər namizədi.
Ələsgər Əliyev
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri “Mexanika” kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Ələsgər Gülgəzli
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor “Mexanika” kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Əli Hikmət Əhmədov
Fakültə dekanı “Neft-mexanika” fakültəsi. Texnika üzrə elmlər namizədi.
İbrahim Həbibov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor “Sənaye maşınları” kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Qasım Məmmədov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,
Tədris işləri üzrə prorektor. Texnika üzrə elmlər namizədi.
Məleykə Məmmədova
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor “Sənaye maşınları” kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Tahir Cabbarov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri “Materiallar və emal texnologiyaları” kafedrası.. Texnika üzrə elmlər namizədi.
Züleyxa Eyvazova
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Dosent “Sənaye maşınları” kafedrası. Texnika üzrə elmlər namizədi.

Almaniya

Xudaverdi Kərimov
Direktor “IXUN Lasertechnik Gmb”. Texnika üzrə elmlər doktoru.

Türkiyə

Şevket Levent Ergün
Hacettepe Universiteti, Professor “Mədən Mühəndisliyi” Fakültəsi.
Yunus Türen
Karabük Üniversitesi, Professor. “Mühəndislik Fakültəsi” Metalurgiya və Material Mühəndisliyi, İstehsalat Metalurgiyası Şöbəsinin Müdiri.

Rusiya

İsgəndər Kuzeev
Ufa Dövlət Neft Texniki Universiteti, Professor “Kimya istehsalının maşın və cihazları” kafedrası.



GROUP OF REVIEWERS

JOURNAL INDEXING









ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM UDC: 62-44

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University. İ/C 1400196861 (Azerbaijan)
Rector: Mustafa Babanli. Doctor of Technical Sciences. Professor.
Editors-in-chief: Ibrahim Habibov
Technical and reviewer team manager: Zuleykha Eyvazova.
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Editorial office: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University İ/C 1400196861 (Azerbaijan).
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.

Publisher: International Research, Education & Training Center. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594
Director and Founder: Seyfulla İsayev. (Azerbaijan)
Deputy and Founder: Namig Isazade. PhD in Business Administration. (Azerbaijan)
©Editorial office / Redaksiya: Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117
Telephones / Telefonlar: +994 55 241 70 12; +994 51 864 88 94
Website/Veb səhifə: http://www.scia.education/
E-mail: sc.mediagroup2017@gmail.com

ISSN: : 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERİALLAR

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ

VOLUME 08 ISSUE 04 2021

CİLD 08 BURAXILIŞ 04 2021











Platform & workflow by OJS/PKP





http://emtasoiu.com/index.php/en/

https://scia.website/index.php/etm